



TUGAS AKHIR - MN 141581

**DESAIN KAPAL *RO-RO (ROLL ON-ROLL OFF)* SEBAGAI
SARANA PENYEBERANGAN RUTE PELABUHAN BENOA -
NUSA PENIDA BALI**

**Nyoman Artha Wibawa
NRP 4113100027**

**Dosen Pembimbing
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



TUGAS AKHIR - MN 141581

**DESAIN KAPAL *RO-RO (ROLL ON-ROLL OFF)* SEBAGAI
SARANA PENYEBERANGAN RUTE PELABUHAN BENOA -
NUSA PENIDA BALI**

**Nyoman Artha Wibawa
NRP 4113100027**

**Dosen Pembimbing
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



FINAL PROJECT - MN 141581

RO-RO VESSEL DESIGN AS A CROSSING FACILITY FOR BENOA - NUSA PENIDA BALI ROUTE

**Nyoman Artha Wibawa
NRP 4113100027**

**Supervisor
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN KAPAL RO-RO (ROLL ON-ROLL OFF) SEBAGAI SARANA PENYEBERANGAN RUTE PELABUHAN BENOA - NUSA PENIDA BALI

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

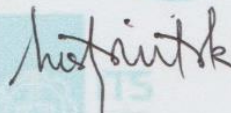
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

NYOMAN ARTHA WIBAWA
NRP 4113100027

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

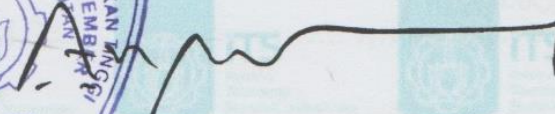
Dosen Pembimbing:



Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.
NIP 19681212 199402 2 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan




Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, 18 JULI 2017

LEMBAR REVISI

DESAIN KAPAL RO-RO (ROLL ON-ROLL OFF) SEBAGAI SARANA PENYEBERANGAN RUTE PELABUHAN BENOA - NUSA PENIDA BALI

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 5 Juli 2017

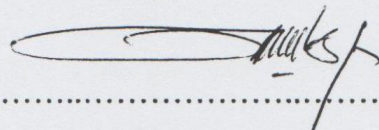
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

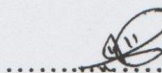
NYOMAN ARTHA WIBAWA
NRP 4113100027

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

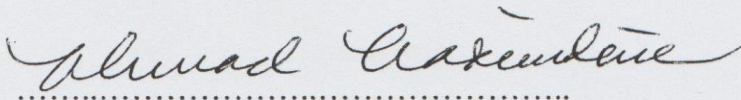
1. Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.


.....

2. Hasanudin, S.T., M.T.

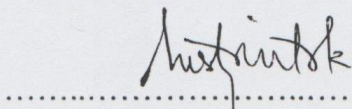

.....

3. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.


.....

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.


.....

SURABAYA, 18 JULI 2017

Dipersembahkan kepada keluarga, almamater, dan bangsa.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat berkah dan rahmatnya Penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “**Desain Kapal Ro-Ro (Roll on-Roll off) sebagai Sarana Penyeberangan Rute Pelabuhan Benoa - Nusa Penida Bali**” dengan baik. Dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari beberapa pihak yang turut membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini Penulis dengan senang hati menyampaikan rasa terima kasih kepada yang terhormat:

1. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu dan ilmu, serta senantiasa memberikan arahan dan masukan selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini;
2. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Departemen Teknik Perkapalan ITS;
3. Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T. selaku Dosen Wali;
4. Hasanudin, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Desain Kapal Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS;
5. Danu Utama, S.T., M.T. yang telah memberi saran dan masukan pada saat Ujian Tugas Akhir;
6. Keluarga Penulis, Ibu Ni Made Nursini, Bapak Made Arsana, Kakak Made Artha Sayojana Gandhi, yang telah menjadi motivator penulis untuk meraih masa depan;
7. Pepe, Sena, Titin, Bayu, Tusan, Kevin, Arie, Indra, dan Mas Suto selaku teman-teman seperjuangan bimbingan Tugas Akhir.
8. Ni Putu Ika Frisilia yang selalu memberikan motivasi dan mengingatkan untuk mengerjakan Tugas Akhir.
9. Dan semua pihak yang telah membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Demikian Laporan Tugas Akhir ini Penulis susun, dengan harapan dapat memberikan manfaat bagi para pembaca. Penulis menyadari dalam penulisan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Surabaya, Juni 2017

Nyoman Artha Wibawa

DESAIN KAPAL RO-RO (*ROLL ON-ROLL OFF*) SEBAGAI SARANA PENYEBERANGAN RUTE PELABUHAN BENOA - NUSA PENIDA BALI

Nama Mahasiswa : Nyoman Artha Wibawa
NRP : 4113100027
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

ABSTRAK

Berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2011 tentang *Master Plan* Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) yang digagas oleh Presiden Indonesia Ke-6, di mana pada Perpres tersebut MP3EI bertujuan untuk mengembangkan segala potensi-potensi yang ada pada masing-masing daerah di Indonesia. Bali - Nusa Tenggara menjadi daerah yang menjadi peran utama sebagai pintu gerbang pariwisata dan pendukung pangan Nasional. Hal tersebut juga memiliki tujuan yang sama dengan program Presiden Indonesia saat ini yaitu pemerataan dan pembangunan tiap daerah di Indonesia serta menjadikan Indonesia sebagai poros maritim dunia. Presiden Indonesia saat ini menggagaskan sebuah program yang diberi nama dengan program “Tol Laut” untuk pemerataan pertumbuhan ekonomi dan pembangunan Indonesia bagian barat dengan Indonesia bagian timur. Untuk mengaplikasikan program-program tersebut maka dibutuhkan sarana transportasi yang efisien berupa kapal *Ro-Ro (Roll on-Roll off)* sebagai sarana penyeberangan antar pulau yang bisa mengangkut penumpang, dan kendaraan. Kapal Ro-Ro ini akan berangkat dari Pelabuhan Benoa menuju Pelabuhan Nusa Penida Bali dengan kecepatan 10 *knots*. Dalam mendesain kapal dilakukan analisis teknis dan juga analisis ekonomis berupa menghiung biaya pembangunan kapal. Kapal yang didesain memiliki ukuran utama Panjang Garis Air (LWL): 45.76 meter, Panjang antar Garis Tegak (LPP): 44 meter, Lebar (B): 8.2 meter, Tinggi (H): 3 meter, dan Sarat (T): 2.5 meter. Dengan ukuran tersebut kapal ini mampu mengangkut penumpang sebanyak 96 orang, 28 sepeda motor, 10 mobil, dan 4 truk. Dengan ukuran dan jumlah muatan tersebut seluruh regulasi dan ketentuan teknis telah terpenuhi. Besar biaya pembangunan kapal adalah sebesar Rp. 12.655.638.149.

Kata kunci: *Desain, Kapal Ro-Ro, MP3EI, Rute Benoa Penida, Tol Laut*

RO-RO VESSEL DESIGN AS A CROSSING FACILITY FOR BENOA - NUSA PENIDA BALI ROUTE

Author : Nyoman Artha Wibawa
ID No. : 4113100027
Dept. / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisors : Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

ABSTRACT

Based on the Regulation of the President of the Republic of Indonesia number 32, year 2011, about the Master Plan of Acceleration and Expansion of the Economic Development of Indonesia (MP3EI) that was initiated by the sixth president of Indonesia, which the aim of the regulation itself is to develop every potential possible in every region in Indonesia. Bali - Nusa Tenggara has a leading role as the gateway of tourism and national food support. The regulation also has the same aim with the recent program from the current President of Indonesia, which is to even up and develop each region in Indonesia to put Indonesia as the world's maritime axis. The current President of Indonesia initiated a program called the Sea Toll Road Program to even up the economic growth and development of the western side of Indonesia with the eastern side of Indonesia. As the application of the program, an efficient transportation like the Roll on-Roll off (Ro-Ro) vessel is needed as crossing facility between islands with an extensive capacity for passengers, loads and vehicles. The Ro-Ro vessel will be travelling from the Benoa Harbor to the Nusa Penida Harbor in Bali with the speed of 10 knots. Technical and economic analysis, such as calculating the building cost of the vessel, is also done through the process of designing this vessel. The vessel will have the Length of Waterline (LWL) of 45.76 meter, Length Between Perpendicular (LPP) of 44 meters, Breadth (B) of 8.2 meters, Height (H) of 3 meters, and Draft (T) of 2.5 meters. With those specified dimension, the vessel will be capable of holding as much as 96 peoples, 28 motorcycles, 10 cars and 4 trucks. And with this dimension and capacity, all technical and regulation requirement are accepted by rule when design activity. The mount of building cost are Rp. 12.655.638.149.

Keywords: Benoa Nusa Penida Route, Design, MP3EI, Ro-Ro Vessel, Sea Toll Road

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
Bab I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Masalah.....	1
I.2. Perumusan Masalah.....	2
I.3. Tujuan.....	3
I.4. Batasan Masalah.....	3
I.5. Manfaat.....	3
I.6. Hipotesis.....	4
Bab II STUDI LITERATUR	5
II.1. Dasar Teori.....	5
II.1.1. Teori Desain	5
II.1.2. Proses Desain.....	8
II.1.3. Penentuan Muatan Kapal.....	8
II.1.4. Penentuan Ukuran Utama Awal Kapal.....	8
II.1.5. Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal Awal.....	8
II.1.6. Koefisien Bentuk Badan Kapal	9
II.1.7. Hambatan Kapal	12
II.1.8. Propulsi Kapal	14
II.1.9. <i>Dead Weight Tonnage</i> (DWT) dan <i>Light Weight Tonnage</i> (LWT).....	15
II.1.10. Volume Ruang Muat.....	16
II.1.11. Bangunan Atas dan Rumah Geladak	17
II.1.12. Lambung Timbul (<i>Freeboard</i>).....	17
II.1.13. Stabilitas.....	19
II.1.14. <i>Trim</i>	23
II.1.15. Tonase Kapal	23
II.1.16. Perencanaan Keselamatan Kapal (<i>Safety Plan</i>)	24
II.1.17. <i>Layout</i> Awal Kapal	31
II.1.18. Analisis Ekonomis	31
II.1.19. Metode <i>Forecasting</i>	34
II.2. Tinjauan Pustaka	35
II.2.1. MP3EI.....	35
II.2.2. Perkembangan MP3EI Koridor Ekonomi Bali – Nusa Tenggara.....	38
II.2.3. Tol Laut	41
II.2.4. Kapal <i>Ro-Ro</i>	45
II.2.5. Sistem <i>Lashing</i>	45

II.2.6. Pintu Rampa (<i>Ramp Door</i>)	48
II.3. Rute Pelayaran Pelabuhan Benoa - Nusa Penida.....	48
Bab III METODOLOGI.....	55
III.1. Metode	55
III.2. Proses Pengerjaan	55
III.3. Bagan Alir.....	56
Bab IV ANALISIS TEKNIS.....	59
IV.1. Penentuan Muatan Kapal	59
IV.2. Berat Muatan Total	61
IV.3. Penentuan Ukuran Utama Awal Kapal	62
IV.4. Menghitung Koefisien Bentuk Badan Kapal	64
IV.5. Menghitung Hambatan Kapal	64
IV.6. Menghitung Propulsi Kapal dan Pemilihan Mesin Induk.....	65
IV.7. Perhitungan DWT dan LWT	68
IV.7.1. DWT	68
IV.7.2. LWT	71
IV.7.3. Koreksi DWT dan LWT dengan <i>Displacement</i> Kapal.....	74
IV.8. Lambung Timbul (<i>Freeboard</i>)	74
IV.9. Desain Rencana Garis (<i>Lines Plan</i>)	75
IV.10. Desain Rencana Umum (<i>General Arrangement</i>)	78
IV.11. Permodelan 3 Dimensi.....	80
IV.12. Perencanaan <i>Safety Plan</i>	82
IV.12.1. <i>Live Saving Appliances</i>	82
IV.12.2. <i>Fire Control Equipment</i>	86
IV.13. Stabilitas	88
IV.14. <i>Trim</i>	92
IV.15. Tonase Kapal	92
IV.16. Pintu Rampa (<i>Ramp Door</i>)	93
IV.16.1. Cara Kerja <i>Ramp Door</i>	93
Bab V ANALISIS EKONOMIS	95
V.1. Perhitungan Estimasi Biaya Pembangunan Kapal.....	95
V.2. Perhitungan <i>Break Even Point</i> (BEP).....	97
V.2.1. Biaya Operasional	97
V.2.2. Perencanaan <i>Trip</i> Kapal	98
V.2.3. Penentuan Harga Tiket.....	99
V.2.4. Estimasi Keuntungan Bersih.....	101
V.2.5. Perhitungan <i>Break Even Point</i> (BEP)	101
Bab VI KESIMPULAN DAN SARAN	103
VI.1. Kesimpulan	103
VI.2. Saran	103
DAFTAR PUSTAKA	105
Bab VII Program MP3EI Berlanjut di Pemerintahan Jokowi-JK	24
LAMPIRAN	
LAMPIRAN A PERHITUNGAN TEKNIS	
LAMPIRAN B DESAIN RENCANA GARIS M.V HERAYUKTI	
LAMPIRAN C DESAIN RENCANA UMUM M.V HERAYUKTI	
LAMPIRAN D DESAIN SAFETY PLAN M.V HERAYUKTI	
LAMPIRAN E BERITA	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1. <i>Spiral Design</i>	5
Gambar II. 2. Ilustrasi Untuk Menentukan Nilai C_B	10
Gambar II. 3. Ilustrasi Untuk Menentukan C_M	10
Gambar II. 4. Ilustrasi Dalam Menentukan C_P	11
Gambar II. 5. Ilustrasi Dalam Menentukan C_{WP}	11
Gambar II. 6. Daya Yang Bekerja Pada Kapal.....	14
Gambar II. 7. Jarak Peletakan Sekat Tubrukan Terhadap FP.....	16
Gambar II. 8. Sketsa Momen Penegak atau Pengembali.....	21
Gambar II. 9. Kondisi Stabilitas Positif.....	21
Gambar II. 10. Kondisi Stabilitas Netral.	22
Gambar II. 11. Kondisi Stabilitas Negatif	22
Gambar II. 12. Spesifikasi Gambar <i>Lifebuoy</i>	25
Gambar II. 13. Spesifikasi Gambar <i>Lifejackets</i>	27
Gambar II. 14. Spesifikasi Gambar <i>Lifeboat</i>	27
Gambar II. 15. Spesifikasi Gambar <i>Free-fall Lifeboats</i>	28
Gambar II. 16. Gambar <i>Inflatable Liferaft</i>	28
Gambar II. 17. Spesifikasi Gambar <i>Muster Station</i>	29
Gambar II. 18. Aspirasi Pencapaian PDB Indonesia.....	36
Gambar II. 19. Pertumbuhan Ekonomi Dari Tahun 1970-2000	37
Gambar II. 20. Keadaan Demografi Umur Penduduk Indonesia	37
Gambar II. 21. Potensi Sumber Daya Alam Indonesia.....	38
Gambar II. 22. Pariwisata di koridor Bali-Nusa Tenggara (sumber : Kementrian Kebudayaan dan Pariwisata, 2011)	39
Gambar II. 23. Bali sebagai pusat distribusi Pariwisata Indonesia (sumber : Kementrian Kebudayaan dan Pariwisata, 2011)	40
Gambar II. 24. Paradigma Baru Dalam Pengaplikasian Program Tol Laut	42
Gambar II. 25. Konsep Wilayah Depan dan Wilayah Dalam	42
Gambar II. 26. Kapal <i>Ro-Ro (Roll on-Roll off)</i> (sumber : www.jobspelaut.com).....	45
Gambar II. 27. Aturan Penempatan Kendaraan.....	46
Gambar II. 28. Pengikatan Pada Kendaraan Kecil	47
Gambar II. 29. Pengikatan Pada Kendaraan Besar.....	47
Gambar II. 30. Sistem Pengikatan Pada Sepeda Motor.....	48
Gambar II. 31. Pelabuhan Nusa Penida	48
Gambar II. 32. Pelabuhan Benoa.....	49
Gambar II. 33. Rute Pelayaran Pelabuhan Benoa Nusa Penida	50
Gambar II. 34. Pantai Pasih Uug	51
Gambar II. 35. Mata Air Seganing	52
Gambar II. 36. Pantai Atuh.....	52
Gambar II. 37. Manta Point.....	53
Gambar II. 38. Pantai Batu Meling	54
Gambar III. 1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	56
Gambar III. 2. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir (Lanjutan)	57

Gambar IV. 1. Mesin YANMAR 6NY16-UT.	66
Gambar IV. 2. Generator Volvo.....	68
Gambar IV. 3. Tampilan <i>Frame of Refrence</i>	75
Gambar IV. 4. Hasil Rencana Garis yang Telah Didesain.....	76
Gambar IV. 5. Tampilan <i>Calculate Hydrostatic</i>	77
Gambar IV. 6. Hasil Desain Rencana Garis.....	77
Gambar IV. 7. Rencana Umum Yang Telah Didesain.....	80
Gambar IV. 8. Permodelan 3D dengan Menggunakan Software Maxsurf	81
Gambar IV. 9. Permodelan Interior 3D Pada Dek Penumpang Ekonomi.....	82
Gambar IV. 10. Permodelan Interior 3D Pada Dek Penumpang VIP	82
Gambar V. 1. Tarif Penyeberangan Lintas Padangbai-Nusa Penida	100

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1. Parameter Ukuran Utama Kapal Terhadap Pengaruh <i>Performance</i> Kapal.	9
Tabel II. 2. Jumlah Sekat Untuk Nilai <i>L</i> dan Letak Kamar Mesin.....	16
Tabel II. 3. Nilai <i>Freeboard</i> Standar Kapal Tipe B.....	19
Tabel IV. 1. Penumpang dan Kendaraan yang Masuk ke Pelabuhan Nusa Penida tahun 2014.	59
Tabel IV. 2. Penumpang dan Kendaraan yang Masuk ke Pelabuhan Nusa Penida tahun 2015	59
Tabel IV. 3. Penumpang dan Kendaraan yang Masuk ke Pelabuhan Nusa Penida tahun 2016	60
Tabel IV. 4. Data Penumpang dan Kendaraan Tahun 2017 dengan Metode <i>Forecasting</i>	60
Tabel IV. 5. Rata-rata <i>Trip</i> , Penumpang, Kendaraan, dan Bagasi dari tahun 2014 - 2017	60
Tabel IV. 6. Perhitungan Berat Muatan Berdasarkan Data	61
Tabel IV. 7. Perhitungan Berat Muatan Berdasarkan Luasan Dek	62
Tabel IV. 8. Hasil Pengecekan dengan Rasio Perbandingan Ukuran Utama.	63
Tabel IV. 9. Perubahan Ukuran Utama Kapal Awal	63
Tabel IV. 10. Rasio Ukuran Utama Setelah Evaluasi.	63
Tabel IV. 11. Perhitungan Nilai C_B	64
Tabel IV. 12. Hasil Perhitungan Koefisien Bentuk Badan Kapal, <i>Displacement</i> dan LCB.....	64
Tabel IV. 13. Menghitung Nilai C_F	65
Tabel IV. 14. Komponen Hambatan Kapal	65
Tabel IV. 15. Perhitungan EHP	65
Tabel IV. 16. Hasil Perhitungan Komponen Propulsi Kapal	66
Tabel IV. 17. Spesifikasi Mesin Induk	67
Tabel IV. 18. Spesifikasi Generator Volvo	68
Tabel IV. 19. Perhitungan Berat Bahan Bakar	69
Tabel IV. 20. Berat Minyak Mesin Bantu	69
Tabel IV. 21. Menentukan Jumlah ABK Kapal dan Berat ABK.	70
Tabel IV. 22. Perhitungan Berat Air Tawar	70
Tabel IV. 23. Berat <i>Provisions</i>	70
Tabel IV. 24. Nilai Berat Komponen DWT	71
Tabel IV. 25. Rekapitulasi Titik Berat DWT	71
Tabel IV. 26. Ukuran Bangunan Atas.	72
Tabel IV. 27. Perhitungan <i>Structural Weight</i>	72
Tabel IV. 28. Komponen Berat Permesinan Kapal	72
Tabel IV. 29. Berat Peralatan dan Perlengkapan Kapal	73
Tabel IV. 30. Rekapitulasi Titik Berat LWT	73
Tabel IV. 31. Total LWT Kapal	74
Tabel IV. 32. Koreksi <i>Displacement</i> dengan DWT dan LWT	74
Tabel IV. 33. Perhitungan <i>Freeboard</i>	75
Tabel IV. 34. Peletakan <i>Lifebuoys</i> di Setiap Geladak Kapal	84
Tabel IV. 35. Kriteria Ukuran <i>Lifejacket</i>	85
Tabel IV. 36. Perencanaan Jumlah dan Peletakan <i>Lifejacket</i>	85
Tabel IV. 37. Pembagian Tangki.....	89

Tabel IV. 38. Contoh <i>Load Case</i> untuk <i>Departure Condition</i>	89
Tabel IV. 39. Analisis Stabilitas pada <i>Loadcase 1</i>	90
Tabel IV. 40. Hasil Analisis Stabilitas untuk LC1 - LC3	91
Tabel IV. 41. Hasil Analisis Stabilitas untuk LC4 – LC6.....	91
Tabel IV. 42. Kondisi Trim Pada Setiap <i>Loadcase</i>	92
Tabel IV. 43. Hasil Perhitungan GT	92
Tabel IV. 44. Hasil Perhitungan NT	93
Tabel V. 1 Biaya Pembangunan Kapal	95
Tabel V. 2. Biaya Operasional Kapal	97
Tabel V. 3. Jumlah Trip KMP HERAYUKTUI	99
Tabel V. 4. Perencanaan Harga Tiket	100
Tabel V. 5. Estimasi Keuntungan Bersih.....	101
Tabel V. 6. Estimasi BEP.....	102

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan Negara kepulauan terbesar di dunia yang terdiri dari 17.508 pulau, dengan panjang garis pantai lebih dari 81.000 km serta luas laut sekitar 3,1 juta km² sehingga wilayah pesisir dan lautan Indonesia dikenal sebagai negara dengan kekayaan dan keanekaragaman hayati (*biodiversity*) laut terbesar di dunia. Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat ekonomi berkembang dan memiliki peranan yang cukup besar dalam perekonomian dunia. Berdasarkan data dari *statisticstimes.com* yang di ambil dari data IMF (*International Monetary Fund*) *World Economic Outlook* terbaru Oktober 2015 Indonesia termasuk dalam 10 besar negara dengan perekonomian terbaik di dunia. Di sisi lain, hal tersebut tentunya menjadi tantangan ke depan tentang pembangunan ekonomi Indonesia. Dinamika perekonomian global dan perekonomian domestik menuntut Indonesia harus selalu siap dalam menerima setiap perubahan. Pada tahun 2011, Presiden Republik Indonesia ke-6 berinisiatif melakukan percepatan dalam membangun perekonomian Indonesia dengan menyusun *Master Plan* Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) yang diatur dalam Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2011.

MP3EI ini disusun bertujuan untuk memberikan arah pembangunan ekonomi Indonesia hingga tahun 2025. Melalui langkah MP3EI, percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi diprediksi akan menempatkan Indonesia sebagai negara maju pada tahun 2025. MP3EI terfokus pada 8 program utama, yaitu pertanian, pertambangan, energi, industri, kelautan, pariwisata, dan telematika, serta pengembangan kawasan strategis. Tiap-tiap daerah mempunyai peranan yang berbeda dalam setiap program. Salah satunya adalah pulau Bali dalam program MP3EI sebagai pintu gerbang pariwisata nasional. Pulau Bali merupakan salah satu Provinsi di Indonesia yang dikenal dengan berbagai adat istiadat, budaya, serta keindahan alam yang sangat indah. Pulau seribu pura, pulau dewata, pulau surga, *The Island of God's*, merupakan julukan yang dinobatkan kepada Pulau Bali karena keindahan alam dan budayanya yang sangat luar biasa. Majalah wisata bergengsi Amerika Serikat *Travel+Leisure* pada tahun 2015 menobatkan pulau Bali sebagai pulau terbaik nomor dua di dunia dan pertama di asia. Berdasarkan data

Dinas Pariwisata Bali dari bulan Januari 2015 hingga Desember 2015 kunjungan wisatawan mancanegara ke Bali mencapai 4 juta orang.

Presiden Republik Indonesia saat ini, mempunyai program unggulan dalam pemerintahannya yaitu menjadikan Indonesia menjadi poros maritim dunia. Untuk merealisasikan hal tersebut, maka pemerintah pada saat ini menciptakan sebuah sistem yang dinamakan dengan sistem “Tol Laut”. Tol Laut ini memiliki pengertian sebagai konektivitas laut yang efektif berupa adanya kapal yang melayari secara rutin dan terjadwal dari barat sampai ke timur Indonesia. Dengan program tol laut ini nantinya akan menambah transportasi laut di Indonesia dan membangun perkembangan ekonomi dan pembangunan di Indonesia khususnya Indonesia bagian timur menjadi lebih baik, sehingga pemerataan ekonomi antara Indonesia bagian barat dan Indonesia bagian timur dapat tercipta.

Berdasarkan latar belakang diatas, akan didesain kapal *Ro-Ro (Roll on-Roll off)* dengan rute Pelabuhan Benoa (kabupaten Badung) - Pelabuhan Nusa Penida (Kabupaten Klungkung) Bali. Kapal jenis *Ro-Ro* adalah kapal yang bisa memuat penumpang, ataupun kendaraan yang berjalan masuk kedalam kapal dengan penggeraknya sendiri dan bisa keluar dengan sendiri juga sehingga disebut sebagai kapal *Roll On-Roll Off* atau disingkat *Ro-Ro*. Pemilihan lokasi ini dikarenakan beberapa hal antara lain pertama, Nusa Penida merupakan salah satu destinasi wisata Internasional yang ada di Bali. Berdasarkan data dari Dinas Pariwisata Kabupaten Klungkung, pada tahun 2015 tercatat sebanyak 93.733 wisatawan yang berkunjung ke Nusa Penida. Kedua, Nusa Penida merupakan salah satu penghasil ternak terbesar yang ada di Bali. Sebagian besar mata pencaharian masyarakat Nusa Penida adalah berternak. Terdapat lebih dari 23.000 ekor sapi yang ada di Nusa Penida menjadi potensi besar yang layak dikembangkan. Ketiga, masih terbatasnya kapal yang bisa mengangkut penumpang dan kendaraan ini merupakan kendala untuk menuju ke Nusa Penida. Hal tersebut tentunya dapat mempengaruhi perkembangan pariwisata serta perkembangan ekonomi dan pembangunan yang ada di Nusa Penida.

I.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa permasalahan yang akan diselesaikan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana desain Kapal *Ro-Ro* yang sesuai untuk penyebrangan rute Benoa-Nusa Penida meliputi ukuran utama, rencana garis (*lines plan*), rencana umum (*general arrangement*)?
2. Bagaimana menentukan kapasitas muatan dan penumpang kapal?
3. Bagaimana analisis ekonomis biaya pembangunan kapal *Ro-Ro* ini?

4. Bagaimana desain *safety plan* yang sesuai untuk kapal tipe *Ro-Ro* ini?
5. Bagaimana desain *3D Model* untuk kapal tipe *Ro-Ro* ini?

I.3. Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mendesain kapal *Ro-Ro* sesuai karakteristik rute pelayaran Pelabuhan Benoa - Nusa Penida meliputi ukuran utama, rencana garis (*lines plan*), rencana umum (*general arrangement*).
2. Menentukan jumlah penumpang (*passenger*) dan muatan.
3. Menghitung analisis ekonomis dari desain kapal *Ro-Ro* rute Pelabuhan Benoa - Nusa Penida.
4. Mendesain *safety plan* kapal *Ro-Ro* rute Pelabuhan Benoa - Nusa Penida.
5. Mendesain *3D Model* kapal *Ro-Ro* rute Pelabuhan Benoa - Nusa Penida.

I.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Kapal *Ro-Ro* ini merupakan kapal yang memiliki fungsi sebagai pengangkut penumpang, dan kendaraan.
2. Masalah teknis (desain) yang dibahas hanya sebatas *concept design*.
3. Analisis teknis yang dilakukan pada pengerjaan Tugas Akhir ini meliputi perhitungan hambatan (*resistance*), perhitungan *power* penggerak kapal, stabilitas kapal (*ship stability*), lambung timbul (*freeboard*), perhitungan trim, pembuatan rencana garis (*lines plan*), rencana umum (*general arrangement*), desain *safety plan* dan *3D Model*.
4. Perhitungan kekuatan memanjang kapal diabaikan.

I.5. Manfaat

Dari Tugas Akhir ini, diharapkan dapat diambil manfaat sebagai berikut:

1. Secara akademis, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat membantu menunjang proses belajar mengajar dan turut memajukan dunia pendidikan di Indonesia.
2. Memberikan konsep desain kapal *Ro-Ro* sebagai sarana penyeberangan rute Pelabuhan Benoa - Nusa Penida Bali.
3. Memberikan informasi dan pengetahuan tentang pengaplikasian ilmu yang diperoleh dalam mendesain sebuah kapal.

I.6. Hipotesis

Desain kapal *Ro-Ro* ini mampu menunjang konektivitas antar pulau dan sebagai sarana transportasi bagi warga dan wisatawan serta nantinya dapat meningkatkan pertumbuhan pariwisata, ekonomi, dan pembangunan di wilayah Nusa Penida Bali.

BAB II

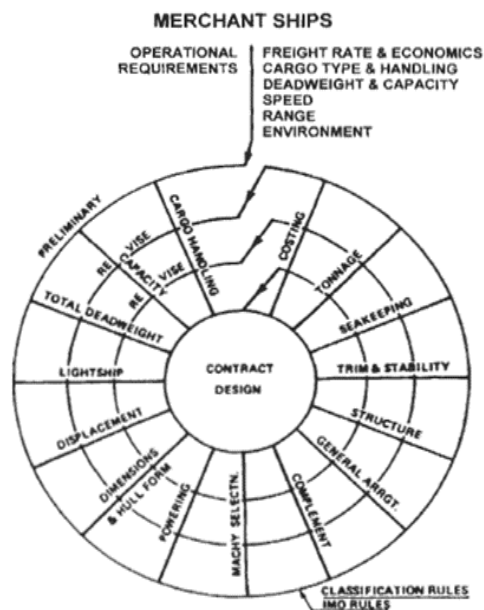
STUDI LITERATUR

II.1. Dasar Teori

Pada Bab II ini akan membahas tentang dasar teori dan tinjauan pustaka dari topik utama dalam pembuatan Tugas Akhir ini. Dasar teori berisi uraian singkat tentang landasan teori yang mempunyai keterkaitan langsung dan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

II.1.1. Teori Desain

Klasifikasi desain dibedakan menjadi dua berdasarkan latar belakangnya, pertama “*invention*” yang merupakan eksploitasi dari ide-ide asli untuk menciptakan suatu produk baru dan yang kedua “*innovation*” yaitu sebuah pembaruan atau rekayasa desain terhadap sebuah produk yang sudah ada. Proses mendesain kapal adalah proses berulang, yaitu seluruh perencanaan dan analisis dilakukan secara berulang demi mencapai hasil yang maksimal ketika desain tersebut dikembangkan. Desain ini digambarkan pada desain spiral dimana dalam desain spiral terbagi ke dalam empat tahapan yaitu: 1. *Concept design*, 2. *Preliminary design*, 3. *Contract design*, dan 4. *Detail design* (Perkasa, 2015). Spiral desain dapat diilustrasikan seperti pada Gambar II. 1.



Gambar II.1 *Spiral Design*
Sumber: Watson, 2002

A. Design Statement

Design statement merupakan tahap awal dari proses desain yang digunakan untuk mendefinisikan atau memberi gambaran tentang tujuan atau kegunaan dari kapal tersebut, hal ini juga sangat berguna untuk menentukan permintaan dari pemesan kapal (*owner requirement*) dan juga untuk mengarahkan desainer kapal dalam menentukan pilihan yang rasional antara perbandingan desain selama proses desain (Perkasa, 2015). *Design statement* terdiri dari beberapa bagian yaitu:

a. Tujuan atau misi dari kapal tersebut.

Menentukan tujuan atau misi dari kapal untuk mendapatkan gambaran awal tentang desain kapal tersebut.

b. Ukuran yang sesuai untuk kapal tersebut.

Setelah tujuan dari kapal diketahui maka desainer kemudian menterjemahkannya ke dalam bentuk perhitungan maupun dalam bentuk gambar dan selanjutnya dipilih yang optimum.

c. Permintaan *owner* (*owner requirement*).

d. Batasan desain.

Menentukan batasan desain yang harus dipenuhi dalam proses desain termasuk di dalamnya pertimbangan kondisi lingkungan tempat kapal tersebut beroperasi.

Dari Gambar II.1 dilihat bahwa *design statement* meliputi *operational requirement*, *freight rate and economics*, tipe kargo dan alat bongkar muat, *deadweight and capacity*, kecepatan, radius pelayaran, dan lingkungan.

B. Concept Design

Concept design adalah tahap pertama dalam proses desain yang menerjemahkan *owner requirement* atau permintaan pemilik kapal ke dalam ketentuan-ketentuan dasar dari kapal yang akan direncanakan. Dibutuhkan TFS (*Technical Feasibility Study*) sehingga menghasilkan ukuran utama seperti panjang, lebar, tinggi, sarat, *power*, dan karakter lainnya dengan tujuan untuk memenuhi kecepatan, *range (endurance)*, kapasitas, dan *deadweight*.

Selain hal di atas, tahap *concept design* ini juga memperkirakan *preliminary lightship weight*, yang pada umumnya diambil dari persamaan pendekatan, kurva maupun pengalaman terdahulu. Hasil-hasil pada *concept design* digunakan untuk mendapatkan perkiraan biaya konstruksi (Perkasa, 2015). Langkah-langkah dalam tahap *concept design* antara lain:

1. Klasifikasi biaya untuk kapal baru dengan membandingkan terhadap beberapa kapal sejenis yang sudah ada.
2. Mengidentifikasi semua perbandingan desain utama.

3. Memilih proses iterative yang akan menghasilkan desain yang memungkinkan.
4. Membuat ukuran yang sesuai.
5. Mengoptimasi ukuran utama kapal.
6. Mengoptimasi detail kapal.

C. *Preliminary Design*

Langkah selanjutnya adalah memeriksa kembali ukuran kapal yang berkaitan dengan performa kapal. Pemeriksaan ulang terhadap panjang, lebar, daya mesin, *deadweight* yang diharapkan tidak banyak merubah pada tahap ini. Hasil di atas merupakan dasar dalam pengembangan rencana kontrak dan spesifikasi (Perkasa, 2015). Tahap ini ditandai dengan tahap-tahapan sebagai berikut:

1. Melengkapi bentuk lambung kapal.
2. Pengecekan terhadap analisis detail struktur kapal.
3. Penyelesaian bagian interior kapal.
4. Perhitungan stabilitas dan hidrostatis kapal.
5. Mengevaluasi kembali perhitungan hambatan, propulsi maupun performa kapal.
6. Perhitungan berat kapal secara detail dalam hubungannya dengan penentuan sarat dan trim kapal.
7. Perhitungan biaya secara menyeluruh dan detail.

D. *Contract Design*

Sama seperti sebelumnya, pada tahap *contract design* masih memungkinkan terjadinya perbaikan hasil *preliminary design* sehingga desain yang dihasilkan menjadi lebih akurat dan teliti, terutama pada beberapa hal sebagai berikut:

1. *Hull form* dengan memperbaiki rencana garis.
2. Tenaga penggerak dengan menggunakan model tes.
3. *Sea keeping* dan *maneuvering*.
4. Sistem propulsi.
5. Detail konstruksi.

Selain hal di atas, dilakukan juga perhitungan berat dan titik berat kapal yang didasarkan pada posisi dan berat masing-masing item konstruksi. Pembuatan rencana umum (*general arrangement*) yang lebih detail dilakukan pada tahap ini, termasuk juga kepastian terhadap kapasitas permesinan, bahan bakar, air tawar, dan ruang akomodasi (Hafiz, 2014).

E. Detail Design

Detail design adalah tahap terakhir dari proses mendesain kapal. Pada tahap ini hasil dari tahapan sebelumnya dikembangkan menjadi gambar kerja yang detail. Disamping itu, pada *detail design* diberikan petunjuk mengenai instalasi dan detail konstruksi sehingga para pekerja di bagian produksi dapat melaksanakan pembangunan kapal (Hafiz, 2014).

II.1.2. Proses Desain

Dalam mendesain kapal *Ro-Ro* ini dilakukan dalam beberapa tahapan. Tahapan yang dilakukan merupakan proses spiral di mana dalam setiap proses memiliki hubungan satu dengan yang lainnya sehingga apabila terjadi kesalahan di langkah tertentu akan dikoreksi dari awal. Proses tersebut sering disebut dengan *spiral design*. Langkah-langkah dalam mendesain kapal *Ro-Ro* ini antara lain akan dijelaskan pada sub bab berikutnya.

II.1.3. Penentuan Muatan Kapal

Kapal *Ro-Ro* yang akan didesain merupakan kapal yang mampu memuat penumpang dan kendaraan. Untuk menentukan jumlah muatan dari kapal didapat menggunakan data dari jumlah penumpang, dan yang masuk ke Pelabuhan Nusa Penida dari Pelabuhan Padangbai dari tahun 2014 - 2016. Untuk tahun 2017 karena belum adanya data maka dilakukan metode peramalan atau *forecasting*. Dalam proses peramalan dilakukan dengan pendekatan analisis kurun waktu. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Sub Bab II.1.18. Pendekatan ini dilakukan menggunakan yang sudah ada dari tahun 2014 - 2016.

II.1.4. Penentuan Ukuran Utama Awal Kapal

Dalam menentukan ukuran utama awal kapal, metode yang digunakan adalah metode *existing* dengan kapal pembanding adalah kapal *Ro-Ro* Nusa Jaya Abadi yang beroperasi di Pelabuhan Padangbai menuju ke Pelabuhan Nusa Penida. *Metode Existing* merupakan salah satu metode dalam mendesain kapal dengan cara perbandingan atau komparasi, yaitu dengan cara menganbil sebuah kapal acuan kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang.

II.1.5. Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal Awal

Setelah ukuran utama awal didapat dilanjutkan dengan pengecekan ukuran utama awal tersebut. Pengecekan ini dilakukan dengan mengecek rasio perbandingan ukuran utama, pengecekan teknis, dan juga regulasi. Apabila seluruh pengecekan sesuai dengan ketentuan teknis dan juga regulasi maka didapat nilai ukuran utama *final* yang nantinya digunakan dalam mendesain Rencana Garis dan juga Rencana Umum.

Rasio ukuran utama kapal merupakan hubungan dimensi utama kapal dalam bentuk rasio L/B, L/D, B/T, dan D/T. Nilai rasio ini mencerminkan karakteristik *performance* dari kapal tersebut seperti stabilitas, kemampuan olah gerak kapal, dan lain sebagainya. Rasio ini sangat bermanfaat dalam proses menentukan ukuran utama dari kapal (Hardjono, 2010). Parameter Ukuran Utama Kapal Terhadap Pengaruh *Performance* kapal dapat dilihat pada Tabel II. 1 berikut.

Tabel II.1 Parameter Ukuran Utama Terhadap Pengaruh *Performance* Kapal

Parameter Utama	Pengaruh Terhadap Performance Kapal
Panjang (L)	<i>Resistance, longitudinal strength, maneuverability, sea kipping, hull volume, capital cost</i>
Lebar (B)	<i>Transverse stability, hull volume, resistance, maneuverability, capital cost</i>
Tinggi (D)	<i>Hull volume, longitudinal strength, transverse stability, capital cost, freeboard</i>
Sarat (T)	<i>Displacement, transverse stability, freeboard, resistance</i>

Sumber: Hardjono, 2010

II.1.6. Koefisien Bentuk Badan Kapal

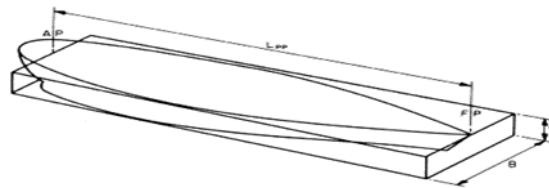
Koefisien bentuk kapal meliputi nilai koefisien blok (C_B), koefisien prismatik (C_P), koefisien *midship* (C_M), dan koefisien *waterplane* (C_{WP}). Selain menghitung koefisien bentuk kapal, pada Sub Bab ini akan dijelaskan juga mengenai LCB dan juga nilai *displacement*.

A. Koefisien Blok (C_B)

Pengertian dari koefisien blok itu sendiri adalah perbandingan volume badan kapal yang tercelup air dengan volume balok yang memiliki ukuran panjang L, lebar B, dan tinggi T (Gambar II.2). Nilai C_B yang rendah bisaanya dijumpai pada kapal-kapal cepat sedangkan nilai C_B besar bisaanya dijumpai pada jenis kapal *displacement* seperti kapal *tanker* (Dinariyana, 2011).

$$C_B = \frac{\nabla}{L \times B \times T} \dots\dots\dots \text{II.1}$$

Dimana ∇ merupakan displacement volume (m^3), L Panjang kapal (m), B Lebar kapal (m), dan T Sarat kapal (m).



Gambar II.2 lustrasi Untuk Menentukan Nilai C_B
Sumber: Dinariyana, 2011

Selain dari persamaan II.1, nilai dari C_B juga dapat dihitung menggunakan persamaan di bawah ini. Persamaan di bawah merupakan teknik menentukan nilai C_B yang merupakan fungsi dari *Froude Number*.

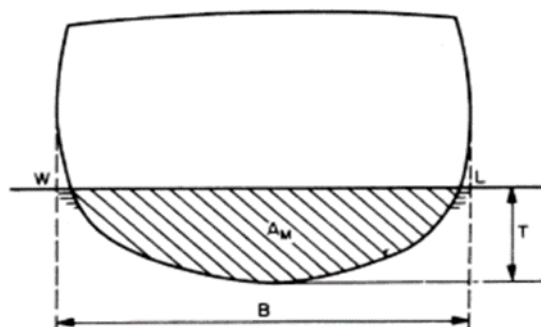
$$C_B = -4.22 + 27.8 \sqrt{Fn} - 39.1 Fn + 46.6 Fn^3 \dots\dots\dots II.2$$

Froude number merupakan fungsi dari kecepatan kapal itu sendiri. *Froude number* dapat ditentukan menggunakan persamaan $Fn = v/\sqrt{gL}$, dimana v merupakan kecepatan kapal (m/s), L panjang kapal (m), dan g percepatan gravitasi (m/s^2) (Parsons, 2001).

B. Koefisien Gading Besar (C_M)

Merupakan perbandingan antara luas penampang gading besar yang terendam air dengan luas satu penampang yang memiliki lebar B dan tinggi T (Gambar II.3). Nilai C_M besar biasanya dijumpai pada kapal-kapal yang membutuhkan ruang muat yang berkapasitas besar (Dinariyana, 2011).

$$C_M = \frac{A_M}{B \times T} \dots\dots\dots II.3$$



Gambar II.3 Ilustrasi Untuk Menentukan C_M
Sumber: Dinariyana, 2011

Selain persamaan II.3, nilai C_M juga dapat ditentukan menggunakan persamaan di bawah dengan nilai C_M merupakan fungsi dari nilai C_B (Parsons, 2001).

$$C_M = 1.006 - 0.0056 C_B^{-3.56} \dots\dots\dots \text{II.4}$$

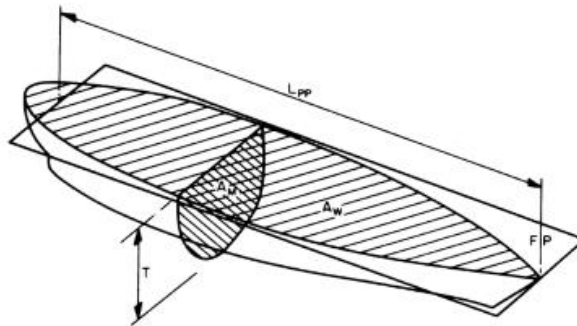
C. Koefisien Prismatic (C_P)

Merupakan perbandingan antara volume badan kapal yang ada di bawah permukaan air dengan volume sebuah prisma dengan luas penampang pada gading terbesar dan panjang L (Dinariyana, 2011). Hal tersebut dapat dilihat pada ilustrasi di Gambar II.4.

$$C_P = \frac{\nabla}{A_M \times L} \dots\dots\dots \text{II.5}$$

Selain persamaan II.5, nilai C_P juga dapat dihitung menggunakan persamaan di bawah ini. Di mana persamaan tersebut merupakan perbandingan nilai C_B dan C_M (Parsons, 2001).

$$C_P = C_B / C_M \dots\dots\dots \text{II.6}$$

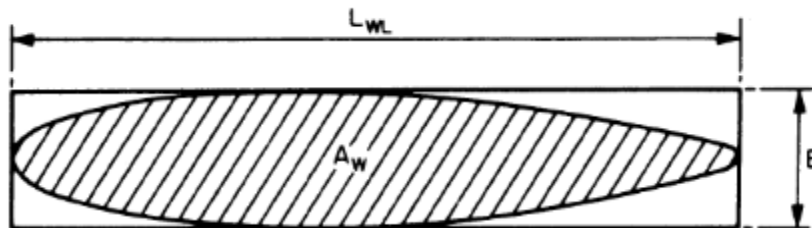


Gambar II.4 Ilustrasi Dalam Menentukan C_P
Sumber: Dinariyana, 2011

D. Koefisien Garis Air (C_{WP})

Merupakan luas bidang air muat dengan luas persegi panjang yang memiliki panjang LWL dan lebar B . C_{WP} yang kecil bisaanya dimiliki oleh kapal-kapal cepat dan berbentuk tajam (Dinariyana, 2011). Berikut persamaan dalam menentukan nilai C_{WP} beserta ilustrasinya pada Gambar II.5.

$$C_{WP} = A_W / LWL \times B \dots\dots\dots \text{II.7}$$



Gambar II.5 Ilustrasi Dalam Menentukan C_{WP}
Sumber: Dinariyana, 2011

Selain persamaan di atas, persamaan berikut dapat dijadikan acuan dalam menghitung C_{WP} (Parsons, 2001).

$$C_{WP} = 0.262 + 0.810 C_P \dots\dots\dots \text{II.8}$$

E. Displacement

Merupakan volume air yang dipindahkan oleh badan kapal sehingga volume air yang dipindahkan tersebut merupakan volume dari kapal itu sendiri. Selain dalam satuan volume (m^3) *displacement* juga dapat di konversiakan ke dalam satuan massa (ton) (Dinariyana, 2011). Pada persamaan *displacement* dalam satuan massa terdapat fungsi massa jenis fluida ρ (ton/m^3). Berikut persamaan dalam menentukan *displacement* baik itu dalam satuan volume ataupun massa.

$$Disp (\nabla) = L \times B \times T \times C_B (m^3) \dots\dots\dots \text{II.9}$$

$$Disp (\Delta) = L \times B \times T \times C_B \times \rho (ton) \dots\dots\dots \text{II.10}$$

F. Longitudinal Centre of Buoyancy (LCB)

Nilai LCB ini merupakan letak memanjang dari titik apung (*buoyancy*) yang mempengaruhi hambatan dan juga trim dari kapal (Parsons, 2001). Nilai LCB dapat bernilai positif (berada di depan *midship*) dan negatif (berada di belakang *midship*). Berikut persamaan dalam menentukan LCB.

$$LCB = -13.5 + 19.4 \times C_P \dots\dots\dots \text{II.11}$$

II.1.7. Hambatan Kapal

Hambatan kapal pada suatu kecepatan tertentu adalah gaya fluida yang bekerja pada kapal sedemikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut. Tahanan tersebut sama dengan komponen gaya fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu gerak kapal (Harvald, 1992). Dalam menghitung hambatan kapal menggunakan metode Holtrop sebagai berikut:

$$R_T = 1/2 \rho V^2 S_{Tot} [C_F (1+k) + C_A] + R_W / W * W \dots\dots\dots \text{II.12}$$

Dimana nilai R_T merupakan hambatan total (Newton), ρ massa jenis air laut ($1.025 ton/m^3$), S_{TOT} luas permukaan basah (m^2), C_F koefisien hambatan gesek, $(1+k)$ faktor bentuk, C_A *Corelation allowance*, R_W koefisien hambatan gelombang, dan W merupakan gaya berat (Newton) (Lewis, 1988).

A. Koefisien Hambatan Gesek (C_F)

Pada dasarnya fluida memiliki suatu sifat yaitu kekentalan atau viskositas. Dengan adanya viskositas ini menimbulkan gesekan apabila fluida tersebut dilewati oleh suatu benda. Oleh karena itu fluida tersebut akan memberikan suatu gaya gesek didapat dari viskositas terhadap gerakan benda yang melewati fluida tersebut. Untuk menentukan nilai dari koefisien hambatan gesek ini dapat menggunakan persamaan di bawah ini.

$$C_F = 0.075 / (\log R_n - 2)^2 \dots\dots\dots \text{II.13}$$

Nilai koefisien hambatan gesek ini merupakan fungsi dari angka *Reynolds* (R_n), di mana di dapat dari persamaan $R_n = v \times L_{WL} / \nu_s$ dengan v adalah kecepatan kapal (m/s), L_{WL} panjang garis air (m), dan ν_s merupakan viskositas kinematik dari air laut ($1.1883 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$) (Lewis, 1988).

B. Luas Permukaan Basah (S_{Tot})

Luas permukaan basah merupakan seluruh luasan badan kapal yang tercelup ke dalam air. Selain badan kapal terdapat beberapa *appendages* yang ikut tercelup ke air masuk ke dalam luas permukaan basah tersebut seperti salah satu contohnya adalah kemudi. Bentuk dari badan kapal sendiri akan menentukan besar kecilnya hambatan yang dihasilkan. Semakin sedikit luasan yang tercelup air maka semakin kecil hambatan yang dihasilkan.

C. Koefisien Bentuk ($1+k$)

Koefisien bentuk badan kapal dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$(1+k) = (1+k_1) + [(1+k_2) - (1+k_1)] S_{app}/S_{tot} \dots\dots\dots \text{II.14}$$

Dari persamaan di atas nilai $(1+k_1)$ merupakan faktor dari bentuk badan kapal itu sendiri dan nilai $(1+k_2)$ merupakan faktor dari *appendages* yang ikut tercelup ke dalam air.

D. Coleration Allowance (C_A)

Nilai C_A ini merupakan faktor dari perbandingan sarat (T) dan panjang garis air (L_{WL}). Dengan mengetahui nilai T/L_{WL} kapal maka dapat ditentukan nilai dari C_A itu sendiri.

E. Koefisien Hambatan Gelombang (R_w)

Di laut, selain fluida memiliki viskositas, fluida (air laut) juga memiliki gelombang. Gelombang ini memiliki kemampuan untuk menahan gerak kapal saat kapal sedang berlayar. Untuk menentukan R_w dapat menggunakan persamaan di bawah ini.

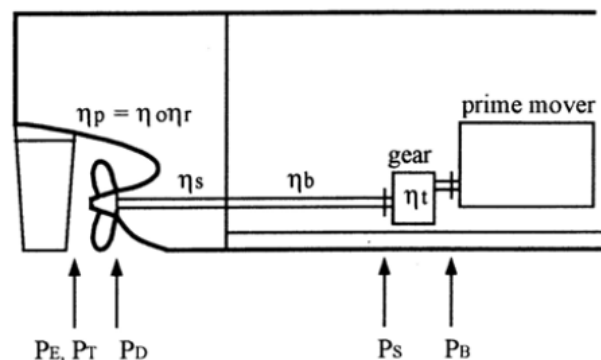
$$R_w = C_1 C_2 C_3 e^{m_1 \times F_n^{d_1} + m_2 \cos(\lambda F_n^{d_2})} \dots\dots\dots \text{II. 15}$$

F. Gaya Berat (W)

Sesuai dengan Hukum II Newton dimana $F = m \cdot a$ maka gaya berat di sini merupakan hasil kali dari massa *displacement* kapal (ton) dengan percepatan gravitasi (m/s^2).

II.1.8. Propulsi Kapal

Dengan mengetahui hambatan yang dihasilkan oleh kapal, desainer mampu menentukan kapasitas mesin yang diperlukan oleh kapal untuk melawan hambatan tersebut sehingga kapal mampu berlayar dengan kecepatan yang telah ditentukan. Yang diperlukan kapal menentukan daya mesin yang akan digunakan maka nilai *Break Horse Power* (BHP) yang dihasilkan oleh kapal harus dihitung. Namun sebelum itu, nilai *Effective Horse Power* harus didapat terlebih dahulu. Berikut Gambar II.6 merupakan nilai-nilai yang harus dihitung dalam memperoleh BHP untuk menentukan daya mesin yang diperlukan. Berikut dibawah ini merupakan gambar gaya-gaya yang bekerja pada kapal.



Gambar II.6 Daya Yang Bekerja Pada Kapal
Sumber: Parsons, 2001

A. *Effectivie Horse Power* (EHP)

Daya ini merupakan daya yang diperlukan untuk melawan hambatan yang terjadi sehingga kapal mampu bergerak sesuai kecepatan yang ditentukan (Parsons, 2001). EHP dapat dihitung menggunakan persamaan di bawah ini.

$$P_E = R_T \times v \dots\dots\dots II.16$$

Dimana P_E merupakan *power effective* yang dihasilkan (kW, di mana 1 HP = 0.7457 kW), R_T hambatan total kapal (Newton), dan v merupakan kecepatan kapal (m/s).

B. *Delivered Horse Power* (DHP)

Power yang sampai di propeller. Dipengaruhi oleh *hull efficiency* (η_H), *relative-rotative efficiency* (η_R), dan *open water efficiency* (η_O).

$$P_D = P_E / \eta_H \times \eta_R \times \eta_O \dots\dots\dots \text{II.17}$$

C. Shaft Horse Power (SHP)

Merupakan power yang telah melewati proses transmisi pada reduction gear. SHP ini dipengaruhi oleh letak kamar mesin dikarenakan untuk kamar mesin di belakang dan di midship memiliki efisiensi (*seal efficiency* (η_S) dan *line shaft bearing efficiency* (η_B)) yang berbeda. Untuk kamar mesin di belakang nilai efisiensinya adalah 0.98 sedangkan untuk kamar mesin di midship memiliki nilai 0.97 (Parsons, 2001).

$$P_S = P_D / \eta_S \times \eta_B \dots\dots\dots \text{II.18}$$

D. Break Horse Power (BHP)

Merupakan daya yang dibutuhkan oleh mesin induk. Nilai BHP ini bisaanya dikalikan dengan *service margin* 15%-25%. Berikut persamaan dalam menentukan BHP.

$$P_B = P_S / \eta_t \dots\dots\dots \text{II.19}$$

Di mana nilai η_t merupakan *gear or electrical transmission process*. Nilai BHP yang didapat dari persamaan II.19 akan dikalikan dengan *service margin* untuk menentukan kapasitas mesin induk. Dalam proses pemilihan mesin nilai daya mesin yang ada di katalog harus lebih besar dari nilai daya yang dihasilkan dari persamaan II.19 dikalikan dengan *service margin*.

II.1.9. Dead Weight Tonnage (DWT) dan Light Weight Tonnage (LWT)

Displacement merupakan penjumlahan dari nilai DWT atau berat muatan dan *consumable* kapal dengan nilai dari LWT atau berat kapal kosong beserta mesin dan perlengkapannya. Nilai tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai *displacement* yang merupakan hasil dari perkalian antara massa jenis air (ρ), panjang kapal (L), lebar kapal (B), dan sarat kapal (T).

A. Komponen DWT

DWT merupakan berat dari muatan kapal itu sendiri. Selain muatan kapal, nilai DWT juga meliputi bahan bakar, minyak lumas, air tawar, bawaan dan juga kebutuhan penumpang selama kapal tersebut berlayar. Nilai DWT ini akan berkurang selama proses pelayaran kapal seperti jumlah bahan bakar, air tawar, dan juga kebutuhan penumpang (Parsons, 2001).

B. Komponen LWT

LWT sering juga disebut berat kapal kosong. Nilai LWT meliputi beberapa hal antara lain berat baja kapal itu sendiri (lambung dan juga bangunan atas), berat permesinan, dan juga berat perlengkapan (*outfit*) dari kapal tersebut (Parsons, 2001).

II.1.10. Volume Ruang Muat

Perhitungan ini dilakukan untuk memastikan seluruh muatan yang diangkut oleh kapal mampu termuat ke dalam ruang muat yang disiapkan. Berikut adalah tahapan dalam mendesain ruang muat.

A. Menentukan Jumlah Sekat

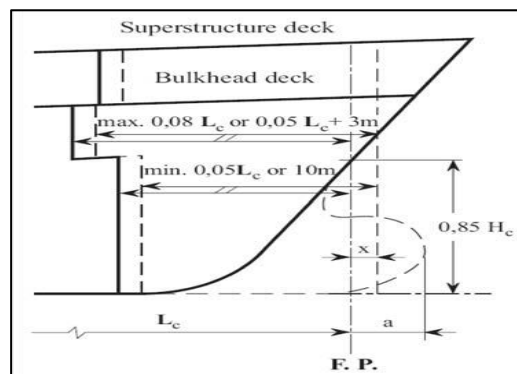
Dalam mendesain kapal, jumlah sekat melintang yang diwajibkan diatur oleh kelas, dalam proses kali ini kelas yang digunakan adalah Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). Jumlah sekat yang diwajibkan merupakan fungsi L konstruksi (L) dan letak dari kamar mesin (Biro Klasifikasi Indonesia, 2009). Berikut tabel jumlah sekat yang diwajibkan oleh BKI.

Tabel II.2 Jumlah Sekat Untuk Nilai L dan Letak Kamar Mesin

L (m)	Kamar Mesin	
	aft	elsewhere
$L \leq 65$	3	4
$65 < L \leq 85$	4	4
$85 < L \leq 105$	4	5
$105 < L \leq 125$	5	6
$125 < L \leq 145$	6	7
$145 < L \leq 165$	7	8
$165 < L \leq 185$	8	9

Sumber: Biro Klasifikasi Indonesia, 2009

Setelah mengetahui jumlah sekat yang diwajibkan selanjutnya adalah peletakan sekat terutama peletakan sekat tubrukan. Peletakan sekat tubrukan ini merupakan fungsi L_c yang bernilai sama dengan L . Berikut merupakan gambar ilustrasi dalam peletakan sekat tubrukan



Gambar II.7 Jarak Peletakan Sekat Tubrukan Terhadap FP

Sumber: Biro Klasifikasi Indonesia, 2009

B. Kamar Mesin

Dalam menentukan kamar mesin yang menjadi acuan adalah ukuran mesin induk dan mesin bantu yang nantinya akan diletakkan di kamar mesin tersebut. Oleh karena itu dalam mendesain kamar mesin ukuran kamar mesin diatur agar seluruh peralatan permesinan kapal mampu ditampung di dalam kamar mesin sehingga sistem yang bekerja pada mesin dapat berjalan secara optimal.

II.1.11. Bangunan Atas dan Rumah Geladak

Bangunan atas adalah bangunan yang berada di atas *freeboard deck* yang memiliki lebar sama dengan lebar lambung kapal setempat atau merupakan bangunan yang berada di atas *freeboard deck* yang lebarnya lebih dari 96% lebar lambung kapal setempat. Bangunan atas terbagi atas bangunan atas efektif dan bangunan atas tidak efektif. Bangunan atas efektif merupakan bangunan atas yang berada di luar $0.4L$ midship dengan panjang lebih dari $0.15L$. Sedangkan bangunan atas tidak efektif merupakan bangunan atas yang berada di daerah $0.4L$ midship dengan panjang tidak lebih dari $0.4L$ atau 12 meter (Biro Klasifikasi Indonesia, 2009).

Rumah geladak merupakan bangunan yang berada di atas geladak kekuatan yang lebarnya tidak lebih dari 96% lebar lambung kapal setempat. Rumah geladak dibedakan menjadi rumah geladak panjang dan rumah geladak pendek. Rumah geladak panjang merupakan rumah geladak yang terletak di daerah $0.4L$ midship dengan panjang lebih dari $0.2L$ atau 12 meter. Sedangkan rumah geladak pendek memiliki panjang kurang dari $0.2L$ atau 12 meter (Biro Klasifikasi Indonesia, 2009).

II.1.12. Lambung Timbul (*Freeboard*)

Freeboard adalah hasil pengurangan tinggi kapal dengan sarat kapal dimana tinggi kapal termasuk tebal kulit dan lapisan kayu jika ada, sedangkan sarat T diukur pada sarat musim panas. Besarnya *freeboard* adalah panjang yang diukur sebesar 96% panjang garis air (LWL) pada 85% tinggi kapal *moulded*. Untuk memilih panjang *freeboard*, pilih yang terpanjang antara L_{pp} dan 96% LWL pada 85% Hm. Lebar *freeboard* adalah lebar *moulded* kapal pada *midship* (B_m).

Adapun langkah untuk menghitung *freeboard* berdasarkan *International Convention on Load Lines, 1966 as Amended by The Protocol of 1988* adalah sebagai berikut :

- Input Data yang Dibutuhkan
 1. Perhitungan
 - a. Tipe kapal

Tipe A : kapal dengan persyaratan salah satu dari :

1. Kapal yang didesain memuat muatan cair dalam curah.
2. Kapal yang mempunyai integritas tinggi pada geladak terbuka dengan akses bukaan ke kompartemen yang kecil, ditutup sekat penutup baja yang kedap atau material yang *equivalent*.
3. Mempunyai permeabilitas yang rendah pada ruang muat yang terisi penuh.

Kapal tipe A: tanker, LNG *carrier*

Kapal tipe B: kapal yang tidak memenuhi persyaratan pada kapal tipe A.

Kapal tipe B: *Grain carrier, ore carrier, general cargo, passenger ships*

b. *Freeboard standart*

Yaitu *freeboard* yang tertera pada Tabel *standard freeboard* sesuai dengan tipe kapal.

c. Koreksi

- Koreksi untuk kapal yang panjang kurang dari 100 m
- koreksi blok koefisien (C_b)
- Koreksi tinggi kapal
- Tinggi standart bangunan atas dan koreksi bangunan atas
- Koreksi bangunan atas

Dalam perhitungan *freeboard*, acuan yang digunakan adalah *International Convention on Load Lines, 1966 as Amended by The Protocol of 1988*. Dalam regulasi ini kapal dibagi menjadi dua tipe yaitu kapal tipe A dan kapal tipe B. Kapal tipe A memiliki klasifikasi antara lain:

- Pengangkut muatan curah cair.
- Permeabilitas muatan yang rendah.
- Geladak terbuka memiliki integritas tinggi dengan bukaan kecil untuk masuk ke ruang muat yang ditutup oleh *watertight gasket* dari baja atau material yang sejenis.

Sedangkan kapal tipe B merupakan kapal selain kapal tipe A. Untuk masing-masing tipe kapal terdapat tabel *freeboard* standar masing-masing tipe kapal. Dalam perhitungan *freeboard* ini, hasil perhitungan harus lebih besar dari nilai *freeboard* standar. Tabel II.3 berikut merupakan nilai *freeboard* standar kapal Tipe B.

Tabel II.3 Nilai *Freeboard* Standar Kapal Tipe B

Table 28.2
Freeboard table for type 'B' ships

Length of ship (m)	Freeboard (mm)	Length of ship (m)	Freeboard (mm)	Length of ship (m)	Freeboard (mm)
24	200	55	503	86	996
25	208	56	516	87	1015
26	217	57	530	88	1034
27	225	58	544	89	1054
28	233	59	559	90	1075
29	242	60	573	91	1096
30	250	61	587	92	1116
31	258	62	601	93	1135
32	267	63	615	94	1154
33	275	64	629	95	1172
34	283	65	644	96	1190
35	292	66	659	97	1209
36	300	67	674	98	1229
37	308	68	689	99	1250
38	316	69	705	100	1271
39	325	70	721	101	1293
40	334	71	738	102	1315
41	344	72	754	103	1337
42	354	73	769	104	1359
43	364	74	784	105	1380
44	374	75	800	106	1401

II.1.13. Stabilitas

Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbangkan gaya tekan ke atas dengan gaya berat. Komponen stabilitas terdiri dari GZ, KG dan GM. Dalam perhitungan stabilitas, yang paling penting adalah mencari harga lengan dinamis (GZ).

Secara umum hal-hal yang mempengaruhi keseimbangan kapal dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok besar yaitu :

- Faktor internal yaitu tata letak barang/cargo, bentuk ukuran kapal, kebocoran karena kandas atau tubrukan
- Faktor eksternal yaitu berupa angin, ombak, arus dan badai

Titik-titik penting stabilitas kapal antara lain adalah :

- KM (Tinggi titik metasentris di atas lunas)

KM ialah jarak tegak dari lunas kapal sampai ke titik M, atau jumlah jarak dari lunas ke titik apung (KB) dan jarak titik apung ke metasentris (BM), sehingga KM dapat dicari dengan rumus $KM = KB + BM$.

- KB (Tinggi Titik Apung dari Lunas)

Letak titik B di atas lunas bukanlah suatu titik yang tetap, akan tetapi berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat atau senget kapal, nilai KB dapat dicari berdasarkan ketentuan :

- Untuk kapal tipe plat *bottom*, $KB = 0,50d$
- Untuk kapal tipe V *bottom*, $KB = 0,67d$

- Untuk kapal tipe U *bottom*, $KB = 0,53d$

c. BM (Jarak Titik Apung ke Metasentris)

BM dinamakan jari-jari metasentris atau metacentris radius karena bila kapal mengoleng dengan sudut-sudut yang kecil, maka lintasan pergerakan titik B merupakan sebagian busur lingkaran dimana M merupakan titik pusatnya dan BM sebagai jari-jarinya. Titik M masih bisa dianggap tetap karena sudut olengnya kecil (100-150).

Lebih lanjut dijelaskan Rubianto (1996) :

$BM = b^2/10d$, dimana : b = lebar kapal (m)

$d = draft$ kapal (m)

d. KG (Tinggi Titik Berat dari Lunas)

Nilai KB untuk kapal kosong diperoleh dari percobaan stabilitas (*inclining experiment*), selanjutnya KG dapat dihitung dengan menggunakan dalil momen. Nilai KG dengan dalil momen ini digunakan bila terjadi pemuatan atau pembongkaran di atas kapal dengan mengetahui letak titik berat suatu bobot di atas lunas yang disebut dengan *vertical centre of gravity* (VCG) lalu dikalikan dengan bobot muatan tersebut sehingga diperoleh momen bobot tersebut, selanjutnya jumlah momen-momen seluruh bobot di kapal dibagi dengan jumlah bobot menghasilkan nilai KG pada saat itu.

e. GM (Tinggi Metasentris)

Tinggi metasentris atau *metacentris high* (GM) merupakan jarak tegak antara titik G dan titik M.

$$GM = KM - KG$$

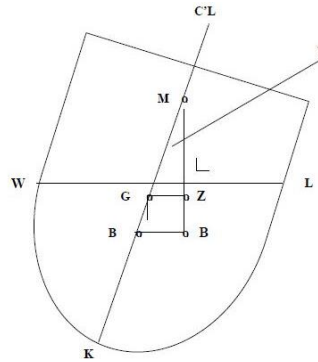
$$GM = (KB + BM) - KG$$

f. Momen Penegak (*Righting Moment*) dan Lengan Penegak (*Righting Arms*)

Momen penegak adalah momen yang akan mengembalikan kapal ke kedudukan tegaknya setelah kapal miring karena gaya-gaya dari luar dan gaya-gaya tersebut tidak bekerja lagi.

Momen penegak atau lengan penegak Pada waktu kapal miring, maka titik

B pindah ke B1, sehingga garis gaya berat bekerja ke bawah melalui G dan gaya keatas melalui B1. Titik M merupakan busur dari gaya-gaya tersebut. Seperti pada Gambar II.8 merupakan sketsa momen penegak atau pengembali.



Gambar II.8 Sketsa Momen Penegak atau Pengembali
Sumber: Kharismarsono, 2017

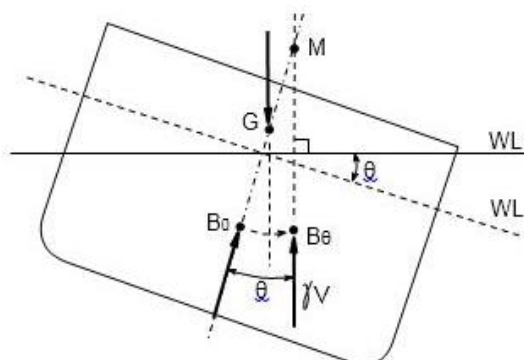
Beberapa hal yang perlu diketahui sebelum melakukan perhitungan stabilitas kapal antara lain adalah

- Berat benaman (isi kotor) atau displasemen adalah jumlah ton air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tenggelam dalam air.
- Berat kapal kosong (*Light Displacement*) yaitu berat kapal kosong termasuk mesin dan alat-alat yang melekat pada kapal.
- Operating load* (OL) yaitu berat dari sarana dan alat-alat untuk mengoperasikan kapal dimana tanpa alat ini kapal tidak dapat berlayar

Pada prinsipnya keadaan stabilitas ada tiga yaitu :

- Stabilitas Positif (*Stable Equilibrium*)

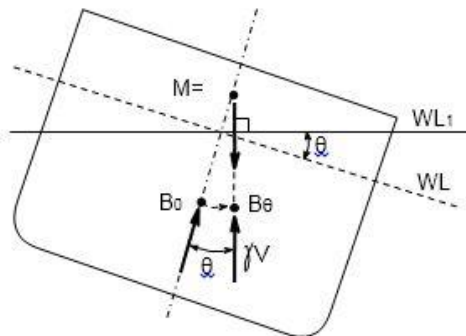
Suatu keadaan dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas mantap sewaktu menyenget mesti memiliki kemampuan untuk menegak kembali. Kondisi stabilitas positif. Pada Gambar II.9 menggambarkan stabilitas positif dimana titik *metacenter* lebih besar kedudukannya daripada titik gravitasi.



Gambar II.9 Kondisi Stabilitas Positif
Sumber: Kharismarsono, 2017

b. Stabilitas Netral (*Neutral Equilibrium*)

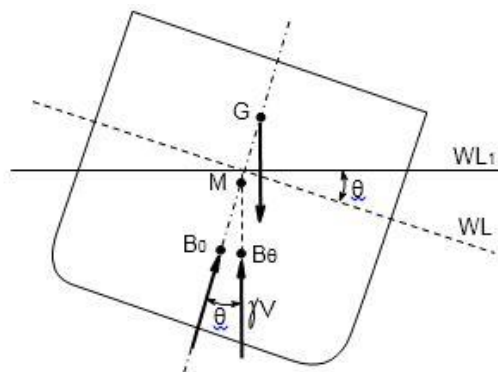
Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berhimpit dengan titik M. Maka momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu menyenget. Dengan kata lain bila kapal senget tidak ada MP maupun momen penerus sehingga kapal tetap miring pada sudut senget yang sama, penyebabnya adalah titik G terlalu tinggi dan berhimpit dengan titik M karena terlalu banyak muatan di bagian atas kapal. Pada Gambar II.10 menggambarkan stabilitas netral dimana titik *metacenter* sama kedudukannya dengan titik gravitasi.



Gambar II.10 Kondisi Stabilitas Netral
Sumber: Kharismarsono, 2017

c. Stabilitas Negatif (*Unstable Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas negatif sewaktu menyenget tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, bahkan sudut sengetnya akan bertambah besar, yang menyebabkan kapal akan bertambah miring lagi bahkan bisa menjadi terbalik. Atau suatu kondisi bila kapal miring karena gaya dari luar, maka timbullah sebuah momen yang dinamakan momen penerus atau *healing moment* sehingga kapal akan bertambah miring. Pada Gambar II.11 menggambarkan kondisi stabilitas negatif yang harus dihindari.



Gambar II.11 Kondisi Stabilitas Negatif
Sumber: Kharismarsono, 2017

Pengecekan perhitungan stabilitas menggunakan kriteria berdasarkan *Intact Stability (IS) Code Reg. III/3.1*, yang isinya adalah sebagai berikut:

1. $e_{0.30} \geq 0.055$ m.rad, luas Gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.055$ meter rad.
2. $e_{0.40} \geq 0.09$ m.rad, luas Gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $40^\circ \geq 0.09$ meter rad.
3. $e_{30,40} \geq 0.03$ m.rad, luas Gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \sim 40^\circ \geq 0.03$ meter
4. $h_{30} \geq 0.2$ m, lengan penegak GZ paling sedikit 0.2 meter pada sudut oleng 30° atau lebih.
5. h_{\max} pada $\phi_{\max} \geq 25^\circ$, lengan penegak maksimum harus terletak pada sudut oleng lebih dari 25°
6. $GM_0 \geq 0.15$ m, tinggi metasenter awal GM_0 tidak boleh kurang dari 0.15 meter

Sedangkan kriteria stabilitas tambahan untuk kapal penumpang adalah :

1. Sudut oleng akibat penumpang bergerombol di satu sisi kapal tidak boleh melebihi 10° .
2. Sudut oleng akibat kapal berbelok tidak boleh melebihi 10° jika dihitung dengan rumus

berikut:
$$M_R = 0.196 \frac{V_0^2}{L} \Delta \left(KG - \frac{d}{2} \right)$$

Dengan:

- M_R = momen oleng (kN.m)
- V_0 = kecepatan dinas (m/s)
- L = panjang kapal pada bidang air (m)
- Δ = *displacement* (ton)
- d = sarat rata-rata (m)
- KG = tinggi titik berat di atas bidang dasar (m)

II.1.14. Trim

Trim merupakan perbedaan sarat depan dan sarat belakang kapal. Adapun batasan untuk *trim* didasarkan pada selisih harga mutlak antara LCG dan LCB dengan batasan *International Maritime Organization* (2001) dalam SOLAS Reg II/1 *part B regulation 22*

II.1.15. Tonase Kapal

Tonase kapal terbagi atas *gross tonnage* dan *net tonnage*. Fungsi dari perhitungan tonase yang tercantum pada *Tonnage Convention* adalah memberikan standar universal dalam menghitung tonase kapal. Perhitungan tonase kapal merupakan persyaratan dalam proses

registrasi kapal dan juga pembayaran pajak saat kapal berlabuh di suatu pelabuhan (*International Maritime Organization*, 1983).

A. Gross Tonnage

Gross Tonnage (GT) adalah index yang merupakan fungsi dari volume seluruh ruangan tertutup yang ada di kapal. Perhitungan GT dapat menggunakan persamaan di bawah ini.

$$GT = K_1 \times V \dots\dots\dots \text{II.20}$$

Di mana nilai $K_1 = 0.2 + 0.02 \log_{10} V$ dan V merupakan volume seluruh ruangan tertutup yang ada di kapal (*International Maritime Organization*, 1983).

B. Net Tonnage

Net Tonnage (NT) adalah index yang merupakan fungsi dari volume seluruh ruang muat yang ada di kapal. Syarat NT adalah tidak boleh kurang dari atau sama dengan 30% GT (*International Maritime Organization*, 1983). Berikut merupakan persamaan dalam menentukan NT.

$$NT = K_2 V_c (4d/3D)^2 + K_3 (N_1 + (N_2/10)) \dots\dots\dots \text{II. 21}$$

Di mana $K_2 = 0.2 + 0.02 \log_{10} V_c$, D merupakan lebar kapal yang sesuai dengan *Tonnage Convention Regulation 2 (2)*, d merupakan sarat sesuai dengan *Tonnage Convention Regulation 4 (2)*, $K_3 = 1.25 ((GT+10000)/10000)$, N_1 adalah banyaknya penumpang yang memakai kabin berisi tidak lebih dari 8 orang, N_2 merupakan jumlah penumpang lain, V_c merupakan volume ruang muat (m^3). Dalam menghitung NT terdapat beberapa persyaratan antara lain:

- a) $(4d/3D)^2 \leq 1$
- b) Suku $K_2 V_c (4d/3D)^2 \geq 0.25 GT$
- c) Hasil NT $\geq 0.3 GT$

II.1.16. Perencanaan Keselamatan Kapal (*Safety Plan*)

Desain *safety plan* terdiri dari *life saving appliances* dan *fire control equipment*. *Life saving appliances* adalah standar keselamatan yang harus dipenuhi oleh suatu kapal, untuk menjamin keselamatan awak kapal dan penumpang ketika terjadi bahaya. *Fire control equipment* adalah standar sistem pemadam kebakaran yang harus ada pada kapal. *Regulasi life saving appliances* mengacu pada *LSA code*, sedangkan *fire control equipment* mengacu pada *FSS code*.

A. Live Saving Appliances

Sesuai dengan *LSA code Reg. I/1.2.2*, seluruh perlengkapan *life saving appliances* harus mendapat persetujuan dari badan klasifikasi terkait terlebih dulu. Sebelum persetujuan

diberikan, seluruh perlengkapan *life saving appliances* harus melalui serangkaian pengetesan untuk memenuhi standar keselamatan yang ada dan bekerja sesuai fungsinya dengan baik.

a. Lifebuoy

Menurut LSA code Chapter II part 2.1, spesifikasi umum *lifebuoy* antara lain sebagai berikut :

1. Memiliki diameter luar tidak lebih dari 800 mm dan diameter dalam tidak kurang dari 400 mm.
2. Mampu menahan beban tidak kurang dari 14,5 kg dari besi di air selama 24 jam.
3. Mempunyai massa tidak kurang dari 2,5 kg
4. Tidak mudah terbakar atau meleleh meskipun terbakar selama 2 detik.

Spesifikasi *lifebuoy self-igniting lights* pada *lifebuoy* adalah:

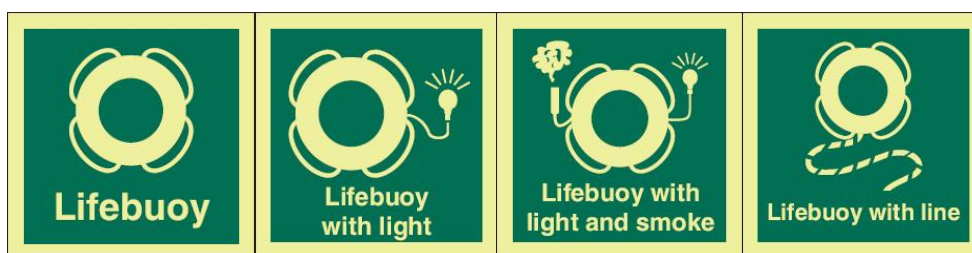
1. Memiliki lampu berwarna putih yang dapat menyala dengan intensitas 2 cd pada semua arah dan memiliki sumber energy yang dapat bertahan hingga 2 jam.

Spesifikasi *Lifebuoy self-activating smoke signals* pada *lifebuoy* adalah:

1. Dapat memancarkan asap dengan warna yang mencolok pada dengan rating yang seragam dalam waktu tidak kurang dari 15 menit ketika mengapung di atas air tenang.
2. Tidak mudah meledak atau memancarkan api selama waktu pengisian emisi pada *signal*.
3. Dapat tetap memancarkan asap ketika seluruh bagian tercelup ke dalam air tidak kurang dari 10 detik.

Spesifikasi *lifebuoy self-activating smoke signals* pada *lifebuoy* adalah:

1. Tidak kaku
2. Mempunyai diameter tidak kurang dari 8 mm.
3. Mempunyai kekuatan patah tidak kurang dari 5 kN.

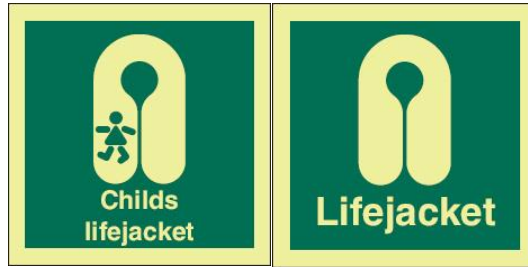


Gambar II.12 Spesifikasi Gambar *Lifebuoy*

b. Lifejacket

Menurut LSA code Chapter II part 2.2, spesifikasi umum *lifejacket* antara lain sebagai berikut:

- Persyaratan umum *lifejacket*
 1. Tidak mudah terbakar atau meleleh meskipun terbakar selama 2 detik.
 2. *Lifejacket* dewasa harus dibuat sedemikian rupa sehingga:
 - Setidaknya 75 % dari total penumpang, yang belum terbiasa dapat dengan benar-benar menggunakan hanya dalam jangka waktu 1 menit tanpa bantuan, bimbingan atau penjelasan sebelumnya.
 - Setelah demonstrasi, semua orang benar-benar dapat menggunakan dalam waktu 1 menit tanpa bimbingan.
 - Nyaman untuk digunakan.
 - Memungkinkan pemakai untuk melompat dari ketinggian kurang lebih 4,5 m ke dalam air tanpa cedera dan tanpa mencabut atau merusak *lifejacket* tersebut.
 3. Sebuah *lifejacket* dewasa harus memiliki daya apung yang cukup dan stabilitas di air tenang.
 4. Sebuah *lifejacket* dewasa harus memungkinkan pemakai untuk berenang jangka pendek ke *survival craft*.
 5. Sebuah *lifejacket* harus memiliki daya apung yang tidak kurang lebih dari 5% setelah 24 jam perendaman di air tawar.
 6. Sebuah *lifejacket* harus dilengkapi dengan peluit beserta tali.
- *Lifejacket lights*
 1. Setiap *Lifejacket lights* harus :
 - Memiliki intensitas cahaya tidak kurang dari 0.75 cd di semua arah belahan atas.
 - Memiliki sumber energy yang mampu memberikan intensitas cahaya dari 0.75 cd untuk jangka waktu minimal 8 jam.
 - Berwarna putih.
 2. Jika lampu yang dijelaskan diatas merupakan lampu berkedip, maka :
 - Dilengkapi dengan sebuah saklar yang dioperasikan secara manual, dan
 - Tingkat berkedip (*flash*) dengan tidak kurang dari 50 berkedip dan tidak lebih dari 70 berkedip per menit dengan intensitas cahaya yang efektif minimal 0,75 cd.



Gambar II.13 Spesifikasi Gambar *Lifejackets*

c. *Lifeboat*

Lifeboats merupakan satu alat keselamatan yang paling penting diatas kapal, yang digunakan pada saat keadaan darurat/ekstrim untuk meninggalkan kapal.

Ada 2 jenis *lifeboats* utama yang biasa digunakan, antara lain :

a. *Davit-operated lifeboats*

Merupakan jenis *lifeboat* yang penurunannya dioperasikan dengan sistem *davit*, yaitu dengan menggunakan bantuan mekanik dan diturunkan dari bagian samping kapal. Dalam satu kapal wajib ada 2 *lifeboat* yang masing-masing diletakkan pada bagian *port side* dan *star board side*. Satu *lifeboat* minimal mampu menampung seluruh crew kapal. Ada 3 jenis *davit-operated lifeboat*, yaitu *totally enclosed lifeboat*, *partially/semi enclosed lifeboat*, dan *open lifeboat*.



Gambar II.14 Spesifikasi Gambar *Lifeboat*
Sumber : <http://www.indonesianship.com>

b. *Free-fall Lifeboats*

Merupakan jenis *lifeboat* yang penurunannya dilakukan dengan cara diluncurkan dari kapal. Untuk semua kapal bulk carrier yang dibangun setelah tanggal 1 Juli 2006 wajib menggunakan *free-fall lifeboat* (SOLAS Reg. III/31). Pada satu kapal dipasang satu *free-fall lifeboat* dibagian belakang kapal. Sama dengan *davit-operated lifeboat* satu *lifeboat* minimal mampu menampung seluruh crew kapal.



Gambar II.15 Spesifikasi Gambar *Free-fall Lifeboats*
Sumber : <http://www.indonesianship.com>

d. *Liferaft* atau rakit penolong

Life raft adalah perahu penyelamat berbentuk kapsul yang ada di kapal yang digunakan sebagai alat menyelamatkan diri bagi semua penumpang kapal dalam keadaan bahaya yang mengharuskan semua penumpang untuk keluar dan menjauh dari kapal tersebut. Kapasitas *liferaft* tergantung dari besar kecilnya kapal dan banyaknya crew. *Liferaft* ini akan diletakkan menggantung di pinggir sebelah kanan kapal (*star board side*) dan sebelah kiri kapal (*port side*).



Gambar II.16 Gambar *Inflatable Liferaft*
Sumber : <http://www.indonesianship.com>

e. *Muster / Assembly Station*

Menurut *MSC/Circular.699 - Revised Guidelines for Passenger Safety Instructions - (adopted on 17 July 1995) - Annex - Guidelines for Passenger Safety Instructions - 2 Signs*, ketentuan *muster stasion* adalah :

1. *Muster Station* harus diidentifikasi dengan *muster station symbol*.
2. Simbol *Muster station* harus diberi ukuran secukupnya dan diletakkan di *muster station* serta dipastikan untuk mudah terlihat.



Gambar II.17 Spesifikasi Gambar *Muster Station*

B. Fire Control Equipment

Berikut ini adalah beberapa contoh jenis *fire control equipment* yang biasanya dipasang di kapal:

a. *Fire valve*

Adalah katup yang digunakan untuk kondisi kebakaran.

b. *Master valve*

Adalah katup utama yang digunakan untuk membantu fire valve dan valve yang lainnya.

c. *Emergency fire pump*

FSS Code (Fire Safety System) Chapter 12

Kapasitas pompa tidak kurang dari 40% dari kapasitas total pompa kebakaran yang dibutuhkan oleh peraturan II-2/10.2.2.4.1

d. *Fire pump*

SOLAS Chapter II-2 Part C Regulasi 10.2.2 Water Supply System

Kapal harus dilengkapi dengan pompa kebakaran yang dapat digerakkan secara independen (otomatis).

e. *Fire hose reel with spray jet nozzle & hydrant*

Menurut SOLAS Reg. II/10-2, Panjang *fire hoses* minimal adalah 10 m, tetapi tidak lebih dari 15 m di kamar mesin, 20 m di geladak terbuka, dan 25 m di geladak terbuka untuk kapal dengan lebar mencapai 30 m.

f. *Portable CO₂ fire extinguisher*

SOLAS Chapter II-2 Part C Regulation 10.3.2.3

Pemadam kebakaran jenis karbon dioksida tidak boleh ditempatkan pada ruangan akomodasi. Berat dan kapasitas dari pemadam kebakaran portabel :

1. Berat pemadam kebakaran portable tidak boleh lebih dari 23 kg
2. Untuk pemadam kebakaran jenis powder atau karbon dioksida harus mempunyai kapasitas minimal 5 kg, dan untuk jenis *foam* kapasitas minimal 9L.

g. *Portable foam extinguisher*

FSS Code, Chapter 4.2 Fire Extinguisher

Setiap alat pemadam yang berupa bubuk atau karbon dioksida harus memiliki kapasitas minimal 5 kg, dan untuk pemadam kebakaran yang berupa busa (foam) harus memiliki kapasitas paling sedikit 9 L.

h. *Portable dry powder extinguisher*

SOLAS Chapter II-2 Part G Regulation 19 3.7

Alat pemadam kebakaran portabel dengan total kapasitas minimal 12 kg bubuk kering atau setara dengan keperluan pada ruang muat. Pemadam ini harus di tambahkan dengan pemadam jenis lain yang diperlukan pada bab ini.

i. *Bell fire alarm*

MCA Publication LY2 section 13.2.9 Live Saving appliances

Untuk kapal kurang dari 500 GT, alarm ini dapat terdiri dari peluit atau sirene yang dapat didengar di seluruh bagian kapal. Untuk kapal 500 GT dan di atasnya, kebutuhannya berdasarkan 13.2.9.1 harus dilengkapi dengan bel dan dioperasikan secara elektrik atau sistem klakson, yang menggunakan energi utama dari kapal dan juga energy saat gawat darurat.

j. *Push button for fire alarm*

Push button for general alarm ini digunakan / ditekan apabila terjadi tanda bahaya yang disebabkan apa saja dan membutuhkan peringatan menyeluruh pada kapal secepat mungkin.

k. *Smoke detector*

HSC Code-Chapter 7-Fire Safety- Part A 7.7.2.2

Smoke Detector dipasang pada seluruh tangga, koridor dan jalan keluar pada ruangan akomodasi. Pertimbangan diberikan pemasangan smoke detector untuk tujuan tertentu dengan pipa ventilasi.

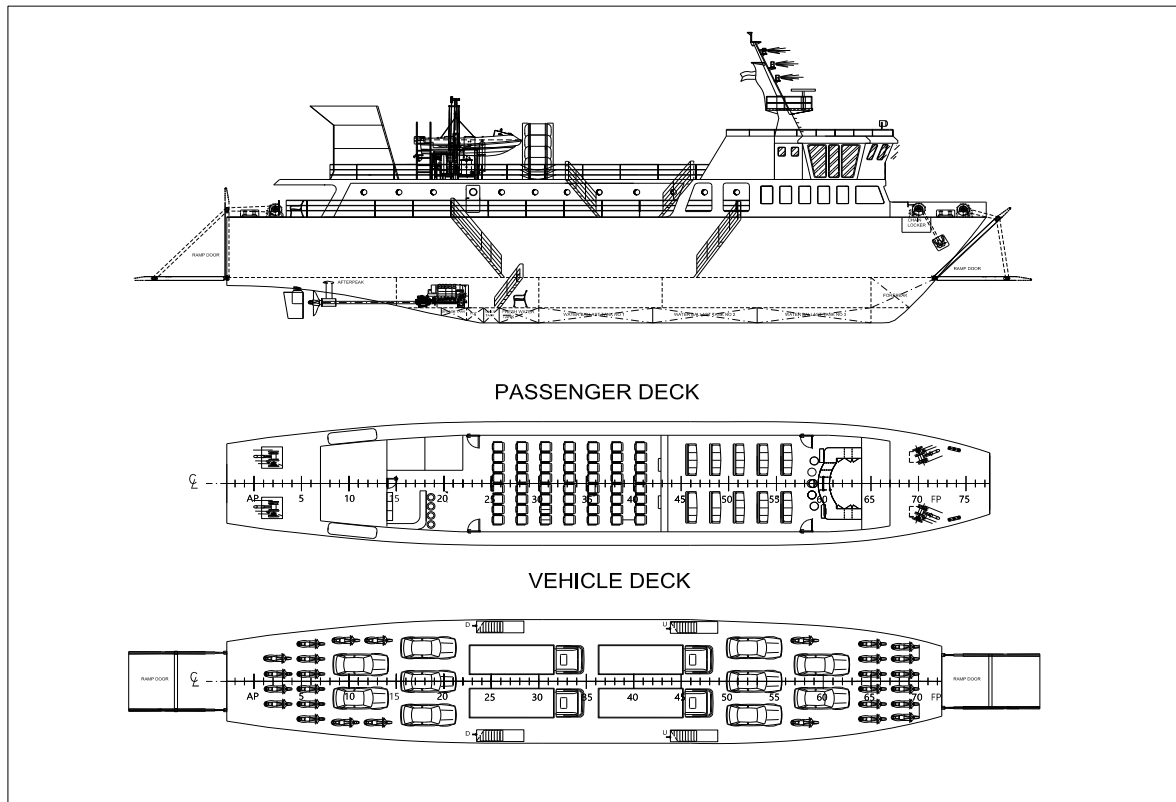
l. *Co₂ nozzle*

Adalah *nozzle* untuk memadamkan kebakaran dengan menggunakan karbon dioksida.

m. *Fire alarm panel*

HSC Code – Chapter 7 – Fire Safety – Part A – General – 7.7 Fire detection and extinguishing systems. Control panel harus diletakkan pada ruangan atau pada *main fire control station*.

II.1.17. Layout Awal Kapal



II.1.18. Analisis Ekonomis

Analisis ekonomis yang akan dibahas pada Tugas Akhir kali ini adalah analisis ekonomis yang berfokus pada perhitungan biaya pembangunan kapal dan perhitungan estimasi *Break Even Point* (BEP). Menurut PERTAMINA (2007), pada dasarnya biaya pembangunan terdiri dari dua jenis biaya yaitu biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*) (Tabe II.4). *Direct cost* merupakan jenis biaya yang secara langsung dikeluarkan untuk pembangunan fisik kapal, antara lain adalah biaya untuk pembelian material dan baja, sistem dan permesinan, biaya pekerja, biaya *launching* dan *testing*, serta biaya inspeksi dan sertifikasi. Sementara *indirect cost* adalah biaya yang digunakan untuk membiayai kebutuhan kapal secara tidak langsung seperti biaya desain, biaya asuransi, biaya pengiriman barang, biaya garansi, dll. Terdapat 5 tahapan dalam perhitungan estimasi biaya pembangunan berdasarkan tingkat akurasi dan kelengkapan data-data dari setiap *equipment* yang digunakan. Estimasi biaya pembangunan memiliki tingkat akurasi yang berbeda-beda sesuai dengan tingkat penyelesaian pekerjaan.

1. *Conceptual or screening estimate (estimate class 5)*

Estimasi yang dibuat berdasarkan data proyek sejenis yang pernah dibuat di waktu lalu atau menggunakan *parametric model*, *judgement*, dan *analogy*. Estimasi ini dibuat dengan tingkat penyelesaian lingkup pekerjaan 0% s.d. 2% dan memiliki tingkat akurasi berkisar antara batas bawah –20% s.d. –50% dan batas atas +30% s.d. +100%.

2. *Study or feasibility estimate (estimate class 4)*

Estimasi yang dibuat berdasarkan *equipment factored* atau menggunakan *parametric model*. Dibuat dengan tingkat penyelesaian lingkup pekerjaan 1% s.d. 15% dan memiliki tingkat keakurasian berkisar antara batas bawah –15% s.d. –30% dan batas atas +20% s.d. +50%.

3. *Budgetary or control estimate (estimate class 3)*

Estimasi yang dibuat dengan menggunakan metode *semi-detailed unit cost* yaitu estimasi yang dibuat berdasarkan data-data *equipment* yang lebih terperinci. Estimasi ini dibuat dengan tingkat penyelesaian lingkup pekerjaan 10% s.d. 40% dan memiliki tingkat keakurasian berkisar antara batas bawah –10% s.d. –20% dan batas atas +10% s.d. +30%.

4. *Control or bid/tender estimate (estimate class 2)*

Estimasi yang dibuat dengan menggunakan metode *detailed unit cost* yaitu estimasi yang dibuat berdasarkan data-data *equipment* yang lengkap/detail. Estimasi ini dibuat dengan tingkat penyelesaian lingkup pekerjaan 30% s.d. 70% dan memiliki tingkat keakurasian berkisar antara batas bawah –5% s.d. –15% dan batas atas +5% s.d. +20%.

5. *Check estimate (estimate class 1)*

Estimasi yang dibuat menggunakan metode *detailed unit cost* dilengkapi dengan detail material *take-off*, yaitu estimasi yang dibuat berdasarkan data-data *equipment* dan jumlah material yang akurat. Estimasi ini dibuat dengan tingkat penyelesaian lingkup pekerjaan 50% s.d. 100% dan memiliki keakurasian berkisar antara batas bawah –3% s.d. –10% dan batas atas +3% s.d. +15%.

Tabel II.4 Komponen Biaya Pembangunan Kapal

<i>Cost</i>	<i>Detail</i>	<i>%</i>
<i>Direct Cost</i>	1. Hull Part	
	<i>1.a. Steel plate and profile</i>	21.00
	<i>1.b. Hull outfit, deck machiney and accommodation</i>	7.00
	<i>1.c. Piping, valves and fittings</i>	2.50
	<i>1.d. Paint and cathodic protection/ICCP</i>	2.00
	<i>1.e. Coating (BWT only)</i>	1.50
	<i>1.f. Fire fighting, life saving and safety equipment</i>	1.00
	<i>1.g. Hull spare part, tool, and inventory</i>	0.30
	<i>Subtotal (1)</i>	35.30
	2. Machinery Part	
	<i>2.a. Propulsion system and accessories</i>	12.00
	<i>2.b. Auxiliary diesel engine and accessories</i>	3.50
	<i>2.c. Boiler and Heater</i>	1.00
	<i>2.d. Other machinery in in E/R</i>	3.50
	<i>2.e. Pipe, valves, and fitting</i>	2.50
	<i>2.f. Machinery spare part and tool</i>	0.50
	<i>Subtotal (2)</i>	23.00
	3. Electric Part	
	<i>3.a. Electric power source and accessories</i>	3.00
	<i>3.b. Lighting equipment</i>	1.50
	<i>3.c. Radio and navigation equipment</i>	2.50
	<i>3.d. Cable and equipment</i>	1.00
	<i>3.e. Electric spare part and tool</i>	0.20
	<i>Subtotal (3)</i>	8.20
	4. Construction cost	
	<i>Consumable material, rental equipment and labor</i>	20.00
	<i>Subtotal (4)</i>	20.00
	5. Launching and testing	
	<i>Subtotal (5)</i>	1.00
	6. Inspection, survey and certification	

	<i>Subtotal (6)</i>	1.00
	TOTAL I (sub 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)	88.50
Indirect Cost	7. <i>Design cost</i>	3.00
	8. <i>Insurance cost</i>	1.00
	9. <i>Freight cost, import duties, IDC, Q/A, guarantee engineer, handling fee, guarantee & warranty cost.</i>	2.50
	TOTAL II (sub 7+ 8 + 9)	6.50
Margin	TOTAL III	5.00
GRAND TOTAL (I + II + III)		100.00

II.1.19. Metode *Forecasting*

Metode *forecasting* atau peramalan adalah suatu ilmu yang digunakan untuk memperkirakan kejadian di masa depan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan pengambilan data historis dan memproyeksikannya ke masa mendatang dengan suatu bentuk model matematis. Hal ini bisa juga dikatakan sebagai prediksi intuisi yang bersifat subyektif. Selain itu juga bisa dilakukan dengan menggunakan kombinasi model matematis yang disesuaikan dengan pertimbangan yang baik dari seorang manajer.

Untuk melakukan peramalan diperlukan metode tertentu dan metode mana yang digunakan tergantung dari data dan informasi yang akan diramal serta tujuan yang hendak dicapai. Dalam praktiknya terdapat berbagai metode peramalan antara lain:

1. *Time Series* atau Deret Waktu

Analisis *time series* merupakan hubungan antara variabel yang dicari (*dependent*) dengan variabel yang mempengaruhinya (*independent variable*), yang dikaitkan dengan waktu seperti mingguan, bulan, triwulan, catur wulan, semester atau tahun.

Dalam analisis *time series* yang menjadi variabel yang dicari adalah waktu.

Metode peramalan ini terdiri dari:

- a. Metode *Smoting*, merupakan jenis peramalan jangka pendek meliputi jangka waktu hingga satu tahun, tetapi umumnya kurang dari tiga bulan. Peramalan ini digunakan untuk merencanakan pembelian, penjadwalan kerja, tenaga kerja, penugasan kerja dan tingkat produksi. Tujuan penggunaan metode ini adalah untuk mengurangi ketidakteraturan data masa lampau seperti musiman.

- b. Metode *Box Jenkins*, merupakan deret waktu peramalan jangka menengah umumnya mencakup hitungan bulan hingga tiga tahun. Peramalan ini bermanfaat untuk merencanakan penjualan, perencanaan dan anggaran produksi, anggaran kas, serta menganalisis bermacam-macam rencana operasi.
 - c. Metode jangka panjang, umumnya di gunakan untuk perencanaan masa tiga tahun atau lebih. Peramalan jangka panjang digunakan untuk merencanakan produk baru, pembelanjaan modal, lokasi atau pengembangan fasilitas, serta penelitian dan pengembangan.
2. *Causal Methods* atau sebab akibat
- Merupakan metode peramalan yang didasarkan kepada hubungan antara variabel yang diperkirakan dengan variabel lain yang mempengaruhinya tetapi bukan waktu. Dalam praktiknya jenis metode peramalan ini terdiri dari:
- a. Metode regresi dan kolerasi, merupakan metode yang digunakan baik untuk jangka panjang maupun jangka pendek dan didasarkan kepada persamaan dengan teknik *least squares* yang dianalisis secara statis.
 - b. Model Input Output, merupakan metode yang digunakan untuk peramalan jangka panjang yang biasa digunakan untuk menyusun trend ekonomi jangka panjang.
 - c. Model ekonometri, merupakan peramalan yang digunakan untuk jangka panjang dan jangka pendek.

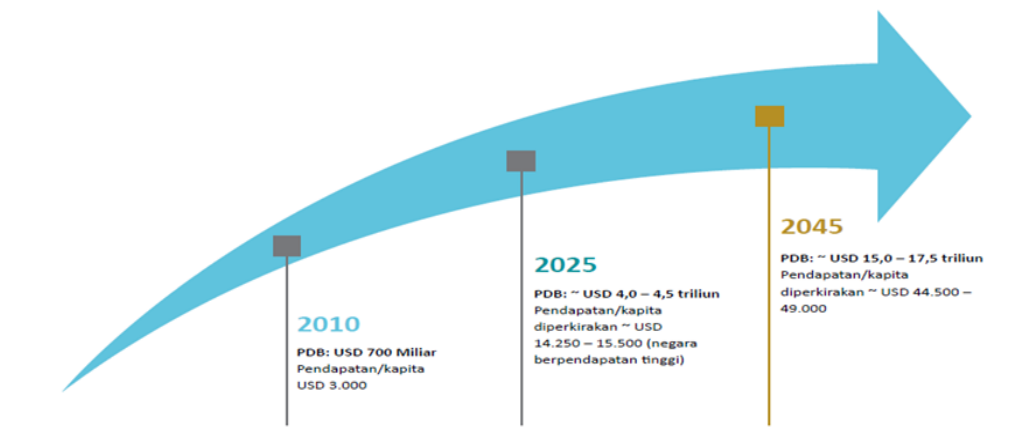
II.2. Tinjauan Pustaka

Pada tinjauan pustaka ini berisi tentang referensi atau hasil penelitian terdahulu yang relevan yang digunakan untuk menguraikan teori, temuan, dan bahan penelitian atau desain lain yang diarahkan untuk menyusun kerangka pemikiran atau konsep yang akan digunakan dalam penelitian atau desain.

II.2.1. MP3EI

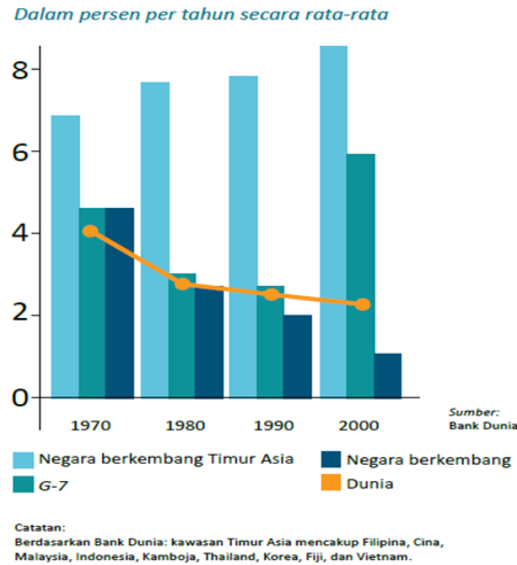
Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat ekonomi berkembang dan memiliki peranan yang cukup besar dalam perekonomian dunia. Saat ini, Indonesia menempati peringkat ke-17 terbesar di dunia. Hal ini dikarenakan kemampuan Indonesia dalam melaksanakan hubungan bilateral seperti ASEAN, APEC, G-20 dan kerjasama bilateral lainnya. Selain itu, kemampuan Indonesia dalam mengatasi krisis global pada tahun 2008 memberikan apresiasi positif dari berbagai lembaga internasional. Di sisi lain tantangan ke depan tentang pembangunan ekonomi Indonesia tidaklah mudah. Dinamika perekonomian global dan perekonomian domestik menuntut Indonesia harus selalu siap dalam menerima setiap perubahan. Oleh karena itu, Presiden RI berinisiatif melakukan percepatan dalam

membangun perekonomian Indonesia dengan menyusun *Master Plan* Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI). MP3EI ini disusun bertujuan untuk memberikan arah pembangunan ekonomi Indonesia hingga tahun 2025. Melalui langkah MP3EI, percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi akan menempatkan Indonesia sebagai negara maju pada tahun 2025 dengan pendapatan per kapita yang berkisar antara USD 14,250 - USD 15,500 dengan nilai total perekonomian (PDB) berkisar antara USD 4.0 - 4.5 triliun. Untuk mewujudkannya diperlukan pertumbuhan ekonomi riil sebesar 6.4-7.5 persen pada periode 2011-2014, dan sekitar 8.0-9.0 persen pada periode 2015-025. Pertumbuhan ekonomi tersebut akan dibarengi oleh penurunan inflasi dari sebesar 6.5 persen pada periode 2011-2014 menjadi 3.0 persen pada 2025. Kombinasi pertumbuhan dan inflasi seperti itu mencerminkan karakteristik negara maju (Kementrian Koordinator Bidang Perekonomian, 2011).



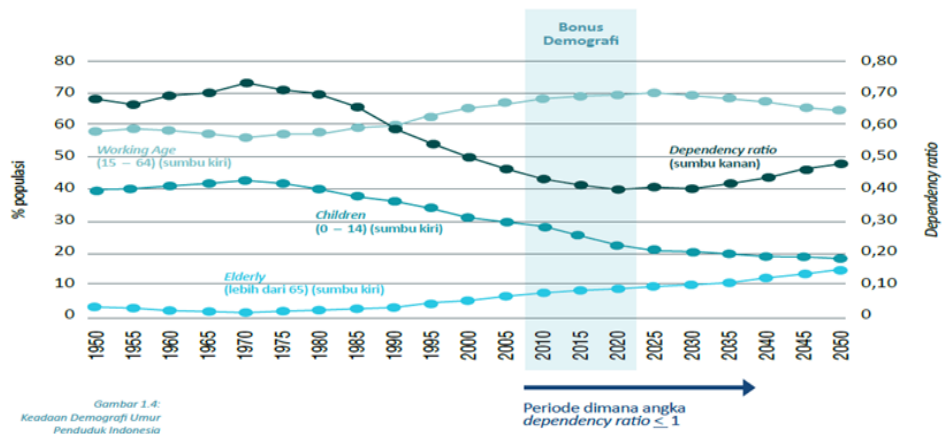
Gambar II.18 Aspirasi Pencapaian PDB Indonesia
Sumber: Kementrian Koordinator Bidang Perekonomian, 2011

Gambar II.18 menjelaskan mengenai aspirasi PDB di Indonesia pada tahun 2010, 2025, dan tahun 2045 jika menerapkan program MP3EI. Pembangunan di Indonesia ini didukung dari posisi Indonesia yang cukup strategis yaitu terletak di kawasan Timur Asia. Kawasan ini memiliki pertumbuhan ekonomi yang cukup tinggi jika dibandingkan kawasan lain. Berikut grafik kondisi ekonomi dunia dari tahun 1970 hingga tahun 2000:



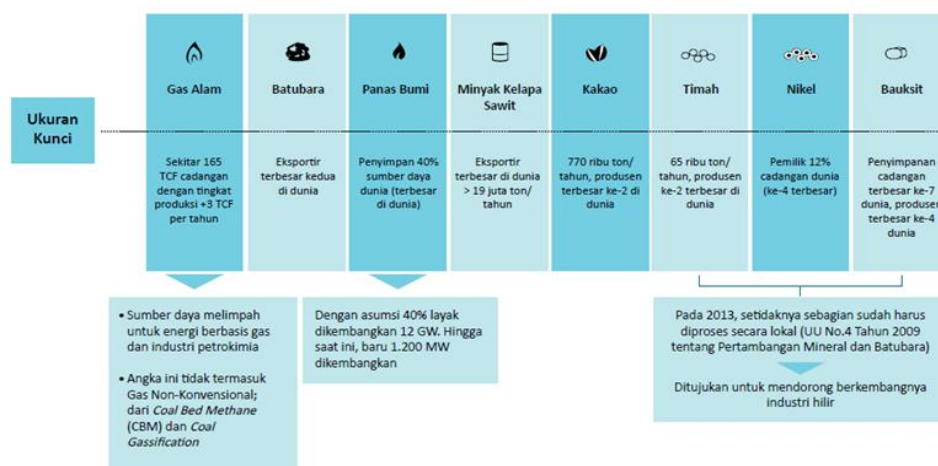
Gambar II.19 Pertumbuhan Ekonomi Dari Tahun 1970-2000
Sumber: Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, 2011

Dari gambar di atas terlihat bahwa *trend* ekonomi negara berkembang dikawasan Timur Asia mengalami peningkatan ketika kondisi ekonomi dunia mengalami penurunan. Selain itu hal pendukung lain adalah jumlah sumber daya manusia (SDM) yang cukup melimpah. Saat ini jumlah penduduk Indonesia merupakan jumlah terbesar no-4 di dunia. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar II.20 yang menjelaskan banyaknya populasi yang dibedakan ke dalam kelompok umur.



Gambar II.20 Keadaan Demografi Umur Penduduk Indonesia
Sumber: Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, 2011

Selain kekayaan sumber daya manusia, penyusunan MP3EI ini didukung juga oleh ketersediaan sumber daya alam (SDA) yang cukup melimpah baik itu SDA yang terbarukan (hasil bumi) maupun SDA yang tidak terbarukan (hasil tambang dan mineral). Hingga tahun 2010 Indonesia menjadi salah satu produsen beberapa komoditas seperti kelapa sawit, kakao, timah, nikel dan bauksit.



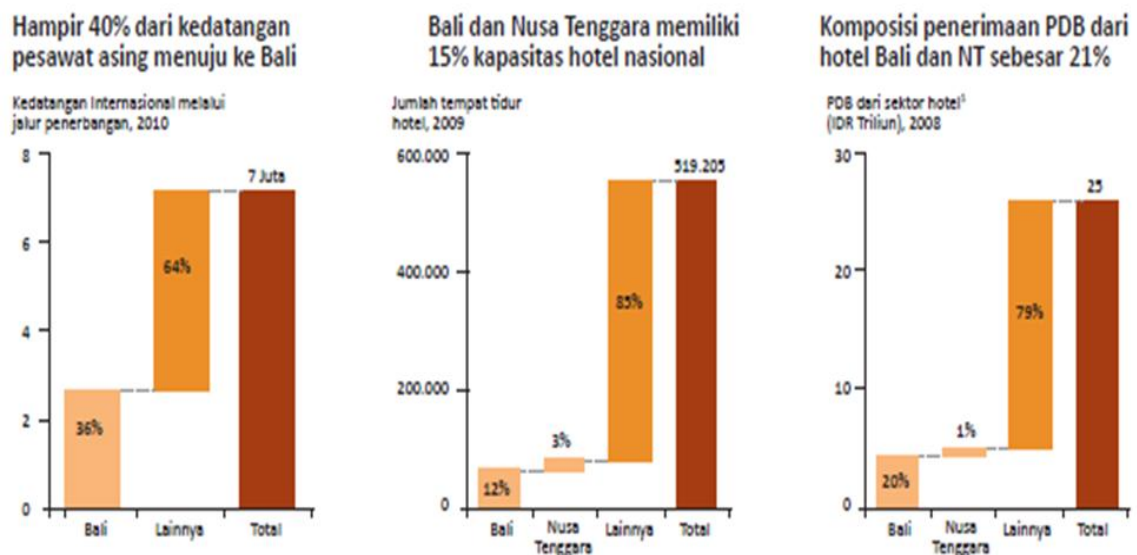
Gambar II.21 Potensi Sumber Daya Alam Indonesia
 Sumber: Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, 2011

Gambar II.21 menjelaskan keadaan SDA di Indonesia. Percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi Indonesia menetapkan sejumlah program utama dan kegiatan ekonomi utama yang menjadi fokus pengembangan strategi dan kebijakan. Prioritas ini merupakan hasil dari sejumlah kesepakatan yang dibangun bersama-sama dengan seluruh pemangku kepentingan di dalam serial diskusi dan dialog yang sifatnya interaktif dan partisipatif. Berdasarkan kesepakatan tersebut, fokus dari pengembangan MP3EI ini diletakkan pada 8 program utama, yaitu pertanian, pertambangan, energi, industri, kelautan, pariwisata, dan telematika, serta pengembangan kawasan strategis. Kedelapan program utama tersebut terdiri dari 22 kegiatan ekonomi utama (Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, 2011).

II.2.2. Perkembangan MP3EI Koridor Ekonomi Bali – Nusa Tenggara

Dalam dokumen MP3EI, Koridor Ekonomi Bali – Nusa Tenggara atau dikenal sebagai Koridor Ekonomi 5 memiliki tiga jenis kegiatan ekonomi utama, yaitu pariwisata, perikanan, dan peternakan, serta memiliki peran utama sebagai pintu gerbang pariwisata dan pendukung pangan nasional. Koridor Ekonomi 5 memiliki total investasi sebesar Rp. 210 Triliun dan memiliki 23 Kawasan Perhatian Investasi (KPI) dengan total investasi sekitar Rp. 173 Triliun. Secara keseluruhan, terdapat peningkatan sekitar Rp. 100 Triliun dimana pada awal mula MP3EI dibentuk, koridor ini memiliki total investasi sebesar Rp. 110 Triliun. Pelaksanaan MP3EI selama 2 tahun, 23 KPI pada koridor ini dibagi menjadi dua, yaitu KPI Prioritas dan Non-Prioritas, dimana pemilihan ini didasari atas jumlah proyek yang sudah validasi, nilai investasi pada KPI, dan merupakan proyek strategis nasional. Pada Koridor Ekonomi Bali-Nusa Tenggara, terdapat 7 KPI prioritas. Ketujuh KPI tersebut memiliki nilai investasi sebesar Rp. 142 Triliun atau 82% dari total keseluruhan investasi di Koridor Bali - Nusa Tenggara.

Selain itu, Koridor Ekonomi Bali - Nusa Tenggara memiliki 4 (empat) infrastruktur pendukung utama, yaitu: Bandara Ngurah Rai Bali, Jalan Tol Nusa Dua-Ngurah Rai-Benoa, Bandara Mbay NTT, dan Pelabuhan Tenau Kupang. Investasi hingga tahun 2014 pada sektor riil sendiri mencapai Rp. 110 Triliun dan investasi infrastruktur sekitar Rp. 63 Triliun, dimana Rp. 42 Triliun nilai investasi telah di groundbreaking. Hingga triwulan pertama tahun 2013, pelaksanaan MP3EI di Koridor Ekonomi Bali - Nusa Tenggara masih dihadapkan pada berbagai permasalahan dan hambatan yang harus diselesaikan. Terkait infrastruktur, rencana pembangunan PLTP Bedugul masih terkendala rekomendasi Gubernur Bali. Selain itu, masih terdapat beberapa isu strategis yang perlu mendapat perhatian lebih serius karena mendukung Koridor Ekonomi Bali - Nusa Tenggara sebagai pintu gerbang pariwisata dan pendukung pangan nasional. Dalam dokumen MP3EI, Koridor Ekonomi Bali - Nusa Tenggara atau dikenal sebagai Koridor Ekonomi 5 (lima) memiliki tiga jenis kegiatan ekonomi utama, yaitu pariwisata, perikanan, dan peternakan, serta memiliki peran utama sebagai pintu gerbang pariwisata dan pendukung pangan nasional (Bappeda Sumut, 2012). Pembangunan kepariwisataan di Koridor Ekonomi Bali - Nusa Tenggara difokuskan pada 9 Destinasi Pariwisata Nasional.

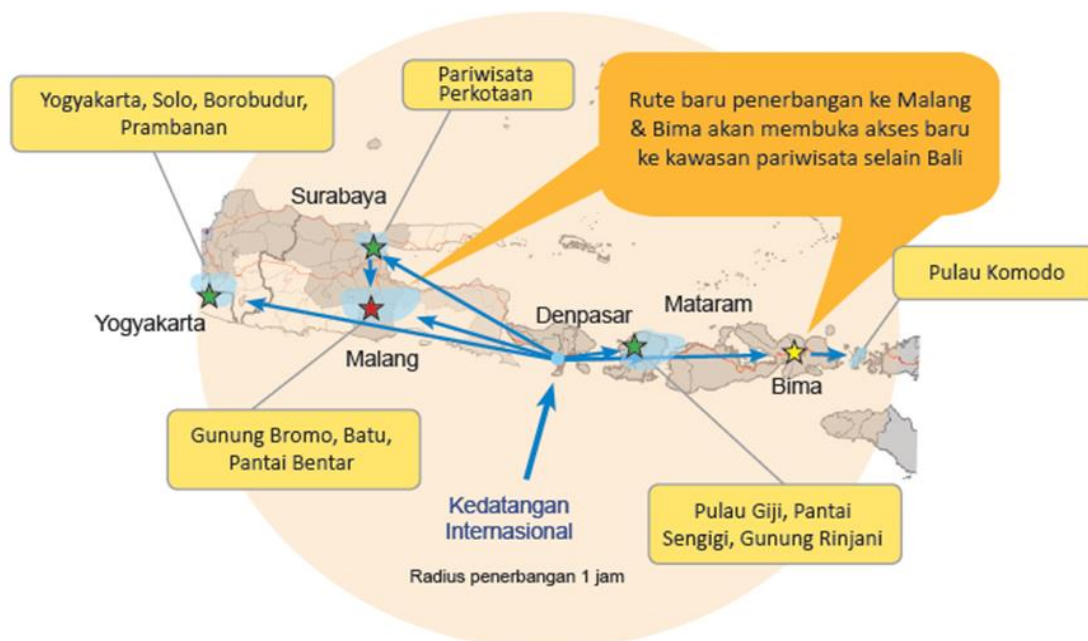


Gambar II.22 Pariwisata di koridor Bali-Nusa Tenggara
Sumber: Kementerian Kebudayaan dan Pariwisata, 2011

Pada Gambar II.22, pariwisata masih menjadi kegiatan ekonomi utama yang akan dikembangkan pada koridor ekonomi Bali - Nusa Tenggara karena masih banyaknya potensi pariwisata yang belum dioptimalkan saat ini. Pariwisata di koridor ini memiliki prospek sangat baik dengan Bali sebagai pusat pengembangan pariwisata yang didukung dengan potensi dan

sumber daya manusia serta budaya Bali, yang antara lain ditandai dengan pengakuan Internasional dari berbagai lembaga Internasional seperti Pulau wisata terbaik di dunia (2005) dari majalah *TIME*, destinasi eksotis terbaik (2008) dari majalah *Luxury Travel Magazine*, London, Inggris, Pulau Wisata Asia Terbaik (2009) dari *CEI Asia Magazine*, Pulau tujuan wisata terbaik di Asia Pasifik (2007, 2009, 2010) dan *Best Leisure DestinAsian* (2006, 2008) pada *The Fifth Annual DestinAsian Readers Choice Awards*.

Selain itu sebagai pusat pertumbuhan di koridor ekonomi Bali, Bali juga memiliki tingkat pertumbuhan pariwisata yang stabil dan ditandai dengan jumlah kunjungan wisatawan cenderung meningkat, yaitu sebesar 1.328.929 orang (2006), 1.741.925 orang (2007), 2.081.786 orang (2008), 2.384.819 orang (2009), 2.546.023 orang (2010), dengan rata-rata tingkat hunian hotel lebih dari 60 persen. Bali juga memiliki jalur penerbangan nasional ke berbagai destinasi Indonesia dan penerbangan internasional dari dan ke Bali dalam jumlah yang memadai sehingga Bali mempunyai kemampuan sebagai pintu gerbang sekaligus pusat distribusi pariwisata di Indonesia (Gambar II.23).



Gambar II.23 Bali sebagai pusat distribusi Pariwisata Indonesia
Sumber: Kementerian Kebudayaan dan Pariwisata, 2011

Kepulauan Nusa Penida saat ini menjadi salah satu destinasi wisata favorit yang ada di Bali selain pantai kuta, sanur dan wisata lainnya yang ada di Bali selatan. Berdasarkan data dari Dinas Pariwisata Kabupaten Klungkung, pada tahun 2015 tercatat sebanyak 93.733 wisatawan yang berkunjung ke Nusa Penida (Posbali, 2016). Nusa Penida sangat terkenal dengan keindahan wisata bahari tempat-tempat murni konservasi hewan laut. Nusa Penida juga

ditetapkan sebagai Kawasan Konservasi Perairan (KKP) dan Kawasan Strategis Pariwisata Nasional (KSPN). Selain potensi pariwisata yang sangat menjanjikan, Nusa Penida juga menjadi pusat peternakan di Bali. Terdapat lebih dari 23.000 ekor sapi yang ada di Nusa Penida menjadi potensi besar yang layak dikembangkan (Nusapenidamedia, 2015). Tentunya apabila kawasan pariwisata Nusa Penida dan pengembangan infrastruktur ditingkatkan, maka Bali akan bisa menjadi contoh bagi daerah lain di Indonesia dalam Pengembangan pariwisata dan pembangunan.

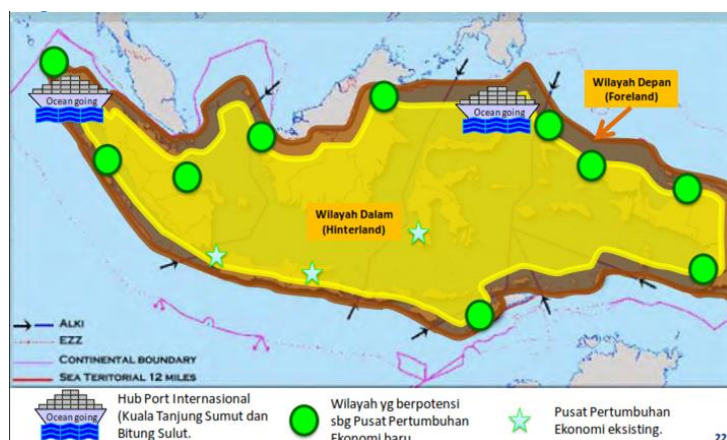
II.2.3. Tol Laut

Sebagai salah satu negara yang memiliki beribu pulau, Pemerintah Indonesia memiliki sebuah program untuk mendukung aktifitas antar pulau demi mewujudkannya perkenomoian yang merata di seluruh wilayah Indonesia. Program yang dibuat oleh pemerintah yaitu berupa pemanfaatan sarana transportasi laut yang sering disebut dengan Tol Laut. Dalam pengertiannya sendiri, Tol Laut dapat diartikan sebagai konektivitas laut yang efektif berupa adanya kapal yang melayari secara rutin dan terjadwal dari barat sampai ke timur Indonesia. Dalam pengaplikasian program ini terdapat beberapa paradigma baru yang dibentuk. Berikut Gambar II.24 adalah beberapa paradigma baru dalam pengaplikasian program tol laut.



Gambar II.24 Paradigma Baru Dalam Pengaplikasian Program Tol Laut
Sumber: Prihartono, 2015

Dari beberapa paradigma baru yang tercantum pada Gambar II.24 terdapat konsep wilayah depan dan wilayah dalam. Berikut ilustrasi dari pembagian wilayah yang menjadi paradigma baru dalam pengaplikasian Tol Laut.



Gambar II.25 Konsep Wilayah Depan dan Wilayah Dalam
Sumber: Prihartono, 2015

Dari penjelasan yang disampaikan oleh Prihartono (2015) pada gambar II.25, pembagian wilayah Indonesia ke dalam dua wilayah yaitu wilayah depan dan wilayah dalam berdasarkan beberapa kegiatan yang dilaksanakan di kedua wilayah tersebut. Wilayah depan merupakan wilayah di mana terdapat kegiatan ekonomi, transportasi, dan perikanan asing yang dilakukan di wilayah Indonesia sehingga kapal-kapal yang beroperasi pada wilayah depan adalah kapal-kapal asing. Sedangkan untuk wilayah dalam merupakan wilayah yang teritorialnya menjadi kedaulatan penuh Republik Indonesia dan terdapat kegiatan ekonomi, transportasi dan perikanan sehingga kapal-kapal pada wilayah dalam merupakan kapal-kapal milik Indonesia baik itu kapal antar pulau, penyebrangan, maupun kapal ikan.

Dengan adanya Program Tol Laut diharapkan mampu membangun kegiatan ekonomi yang lebih baik sehingga pemerataan ekonomi Indonesia dapat terwujud. Selain hal-hal di atas, dalam pengaplikasian Tol Laut ini dibutuhkan sarana prasarana pendukung. Sesuai dengan apa yang disampaikan oleh Prihartono, 2015 berikut beberapa fasilitas pendukung Tol Laut:

A. Pelabuhan

- Pembangunan pelabuhan internasional yang berkapasitas besar dan modern untuk ekspor berbagai komoditas dan berfungsi sebagai International Seaport-Hub.
- Peningkatan draft pelabuhan Hub minimal 12 meter.
- Peningkatan pelabuhan feeder minimal 7 meter.
- Peningkatan fasilitas pelabuhan utama
- Penyediaan peralatan pelabuhan utama
- Revitalisasi pelabuhan pelayaran rakyat di Indonesia.

B. Transportasi

- Pengembangan transportasi laut sebagai tulang punggung lalu lintas barang ke seluruh pulau di Indonesia dan ekspor/impor, harus bisa menjadi moda transportasi yang murah.
- Minimnya pilihan moda transportasi di wilayah timur menghambat pertumbuhan ekonomi dan industri.
- Minimnya armada angkutan laut, perlu adanya pembangunan kapal di atas 2000 DWT.
- Pengembangan jasa pelayanan transshipment barang-barang antar negara dan benua melalui pembangunan kapal-kapal sub-liner peti kemas.
- Pengembangan pelayaran rakyat untuk mendukung keberintisan serta memelihara budaya bangsa.

- Pembangunan infrastruktur transportasi darat (kereta api ASDP), infrastruktur jalan, yang terhubung dengan pelabuhan untuk melayani “last mile” logistik.

C. Listrik

- Hingga tahun 2022 tenaga listrik yang diperlukan Indonesia sebesar 385 terrawatt yang digunakan baik untuk sarana/prasarana transportasi (khususnya pelabuhan), industri, serta pemukiman.
- Perlu percepatan pembangunan pembangkit listrik beserta jaringan distribusinya.

D. Industri (Galangan Kapal) & Jasa

- Potensi industri kapal dan jasa perawatan kapal sangat besar seiring dengan kebutuhan berbagai jenis ukuran kapal dengan proyeksi mencapai 1000 unit per tahun.
- Kemampuan galangan saat ini baru mencapai 200-300 unit per tahun.
- Jumlah docking kapal saat ini sekitar 250 unit yang terkonsentrasi di Jawa dan Batam.
- Diperlukan pembangunan galangan baru yang berteknologi canggih dan efisien di wilayah yang tersebar.
- Diperlukan penyusunan payung hukum agar dapat dikembangkan galangan kapal milik pemerintah.
- Diperlukannya insentif dan perhatian khusus dari pemerintah kepada industri galangan kapal nasional.
- Tingkat kecukupan kapal patroli perlu ditingkatkan dengan target tahun 2019 mencapai 72.41%
- Tingkat kecukupan kapal kenavigasian perlu ditingkatkan dengan target tahun 2019 mencapai 92%.
- Peningkatan jumlah serta kualitas SDM sesuai kompetensi standar keselamatan dan keamanan transportasi, khususnya SDM Perhubungan Laut (khususnya awak kapal negara dan penjaga menara suar). Target lulusan 5 tahun hingga 2019 mencapai 1,347,641 orang.

E. Pembiayaan & Investasi

- Dukungan pembiayaan sangat penting untuk mewujudkan Indonesia sebagai poros maritim dunia untuk memanfaatkan potensi maritim yang mencapai Rp 2,000 triliun.
- Diperlukan PMN (penyertaan modal negara) untuk pengembangan jasa pelayanan transshipment nasional.
- Diperlukannya PMN untuk meningkatkan kemampuan BUMN galangan kapal.
- Diperlukannya pengembangan skema pembiayaan lainnya.

F. Pendidikan & Litbang

- Tingkat kebutuhan SDM perhubungan laut, baik untuk memenuhi kebutuhan perhubungan laut nasional maupun asing memerlukan dukungan peningkatan kualitas serta kapasitas Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran, Politeknik Ilmu Pelayaran, dsb.
- Peningkatan jumlah LITBANG serta peningkatan linkage antara lembaga pendidikan dan penelitian dengan industri transportasi, serta regulator untuk mendukung Indonesia sebagai poros maritim dunia.

II.2.4. Kapal *Ro-Ro*

Kapal jenis *Ro-Ro* adalah kapal yang bisa memuat penumpang ataupun kendaraan yang berjalan masuk kedalam kapal dengan penggeraknya sendiri dan bisa keluar dengan sendiri juga sehingga disebut sebagai kapal *Roll On-Roll Off* disingkat *Ro-Ro*. Kapal ini memiliki fungsi mirip jembatan yang bergerak. Namanya jembatan, apapun bisa melewatinya (Gambar II.26).



Gambar II.26 Kapal *Ro-Ro* (*Roll on-Roll off*)

Sumber : www.jobspelaut.com

Sesuai dengan namanya *roll off-roll on* atau *roll on-roll off* adalah suatu kapal yang mempunyai dua jalur pintu masuk depan dan pintu belakang. Penumpang beserta bawaan termasuk mobil, motor, bus, ataupun truk bisa masuk dari pintu depan dan keluar dari pintu belakang. Jadi mobil tidak perlu parkir lagi untuk keluar. Tempat muatan untuk kendaraan-kendaraan ditempatkan pada geladak utama (*main deck*) dan dibawah *main deck* (*under main deck*) untuk jenis kapal *Ro-Ro* yang lebih besar.

II.2.5. Sistem *Lashing*

Sistem *Lashing* adalah sistem pengikatan kendaraan yang dimuat di atas kapal agar kendaraan tetap pada posisinya pada saat kapal berlayar. Pada Peraturan Menteri Perhubungan

115 Tahun 2016 terdapat aturan mengenai tatacara petunjuk pengamanan (*securing*) kendaraan di atas kapal. Pengamanan dilakukan minimal dua titik pada setiap sisi roda kendaraan.

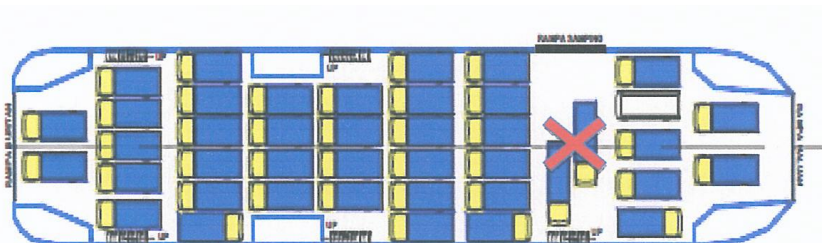
Petunjuk untuk cara pengikatan adalah sebagai berikut:

1. Beban pengamanan kendaraan tidak boleh kurang dari 100 kN. Jadi untuk kendaraan dengan berat kurang dari 15 ton harus menggunakan beban 100 kN.
2. Desain pengikatan benar-benar kuat dan aman selama kapal berlayar.
3. Pengikatan hanya dilakukan pada posisi titik pengamanan, dengan sudut antara pengikat terhadap horizontal dan vertical kendaraan adalah 30° sampai 40° .

Di dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor 115 tahun 2016 terdapat ketentuan pengikatan kendaraan sebagai berikut:

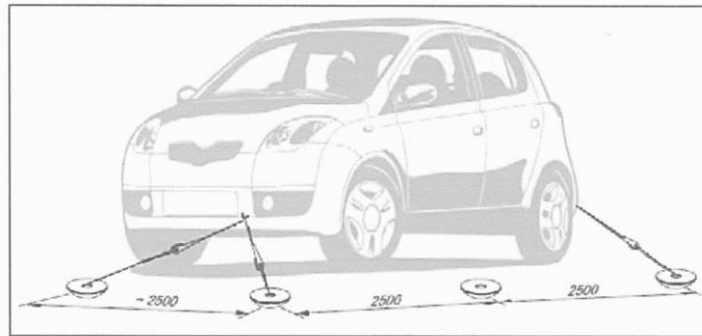
- a. Kendaraan yang berat keseluruhannya antara 3.5 sampai 20 ton harus menggunakan minimal dua alat pengikat (*lashing gear*) dengan beban kerja yang aman yang sesuai pada masing-masing sisi kendaraan.
- b. Kendaraan yang berat keseluruhannya antara 20 sampai 30 ton harus menggunakan minimal tiga alat pengikat (*lashing gear*) dengan beban kerja yang aman yang sesuai pada masing-masing sisi kendaraan.
- c. Kendaraan yang berat keseluruhannya antara 30 sampai 40 ton harus menggunakan minimal empat alat pengikat (*lashing gear*) dengan beban kerja yang aman yang sesuai pada masing-masing sisi kendaraan.
- d. Jarak antara muka dan belakang masing-masing kendaraan 30 cm.
- e. Jarak antara salah satu sisi kendaraan minimal 60 cm.
- f. Untuk kendaraan yang bersebelahan dengan dinding kapal, berjarak 60 cm dihitung dari lapisan dinding dalam.

Berikut Gambar II.27 adalah contoh aturan penempatan kendaraan di atas kapal sesuai aturan Menteri Perhubungan 115 Tahun 2016.



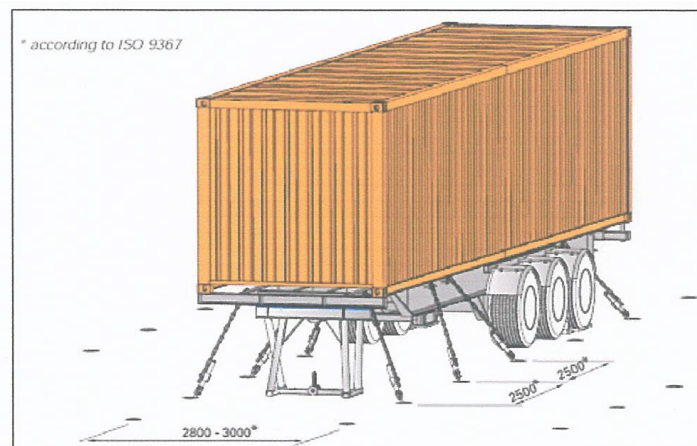
Gambar II.27 Aturan Penempatan Kendaraan
Sumber: Kementrian Perhubungan, 2016

Pada gambar II.27 menunjukkan bahwa kendaraan harus ditempatkan memanjang searah haluan atau buritan kapal dan tidak boleh melintang kapal agar stabilitas kapal tetap terjaga.



Gambar II.28 Pengikatan Pada Kendaraan Kecil
Sumber: Kementerian Perhubungan, 2016

Untuk pengikatan kendaraan kecil dengan bobot 3.5 sampai dengan 20 ton minimal menggunakan alat pengikatan (*lashing gear*) sebanyak 2 buah, seperti pada gambar II.28.



Gambar II.29 Pengikatan Pada Kendaraan Besar
Sumber: Kementrian Perhubungan, 2016

Pengikatan pada kendaraan besar/berat dengan bobot 30 sampai dengan 40 ton harus diikat dengan menggunakan rantai minimal sebanyak 4 buah, bisa dilihat pada gambar II.29.

Dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor 115 tahun 2016 kendaraan yang wajib untuk dilakukan pengikatan adalah kendaraan diatas 3.5 ton, kapal Ro-Ro yang akan didesain juga memiliki muatan kendaraan dibawah 3.5 ton yaitu sepeda motor. Untuk menjaga muatan kendaraan sepeda motor agar tetap pada posisinya saat berlayar maka diberlakukan juga system pengikatan pada sepd motor dengan menggunakan sling *lashing*. Gambar II.30 di bawah merupakan system pengikatan pada sepeda motor.



Gambar II.30 Sistem Pengikatan Pada Sepeda Motor

II.2.6. Pintu Rampa (*Ramp Door*)

Pintu rampa (*ramp door*) adalah pintu yang digunakan sebagai jembatan penghubung antara dermaga dan kapal. Pintu rampa umumnya terletak pada haluan atau buritan kapal, saat merapat di dermaga Pintu rampa akan membuka kebawah. Saat pintu rampa terbuka maka kendaraan dari dermaga bisa masuk ke kapal. Dan pada saat kapal berlayar pintu rampa akan ditutup. Pintu Rampa harus dibuat dengan beberapa ketentuan sebagai berikut :

- Kedap terhadap air laut dalam hal melalui pelayaran laut terbuka
- Kuat menahan beban kendaraan yang melewati pintu saat menaikkan dan menurunkan kendaraan

II.3. Rute Pelayaran Pelabuhan Benoa - Nusa Penida

Rute pelayaran Pelabuhan Benoa - Nusa Penida merupakan jalur penyeberangan antara Kabupaten Badung dan Kabupaten Klungkung Bali melalui selat Badung. Pelabuhan Nusa Penida terletak di Jalan Nusa Indah No. 53, Desa Batununggul, Kabupaten Klungkung, Bali.



Gambar II.31 Pelabuhan Nusa Penida
Sumber : google.co.id

Penyeberangan antar Kabupaten ini berjarak kurang lebih 41.71 km dan bisa ditempuh dengan waktu rata-rata selama 60 menit menggunakan kapal penyeberangan dengan kecepatan 10 knot. Pelabuhan Nusa Penida saat ini masih dikelola oleh pemerintah kabupaten Klungkung. Kegiatan utama dari pelabuhan ini adalah sebagai tempat berlabuhnya kapal-kapal yang membawa penumpang atau wisatawan yang ingin ke Nusa Penida.

Pelabuhan Benoa terletak di jalan raya Pelabuhan Benoa No. 2, Desa Pedungan, Kabupaten Badung, Bali. Pulau Nusa Penida merupakan sebuah pulau kecil yang berada di sebelah tenggara pulau Bali yang dipisahkan oleh selat Badung.



Gambar II.32 Pelabuhan Benoa
Sumber : google.co.id

Pelabuhan Benoa merupakan salah satu cabang pelabuhan dari PT. Pelindo (Pelabuhan Indonesia) III. PT. Pelindo merupakan BUMN (Badan Usaha Milik Negara) di bawah Departemen Perhubungan Republik Indonesia. Kegiatan utama dari pelabuhan ini adalah sebagai tempat bersandarnya kapal pesiar Internasional yang singgah di Bali. Untuk kondisi perairan di Selat Badung dapat dilihat pada lampiran F. Rute pelayaran Pelabuhan Benoa menuju Pelabuhan Nusa Penida dapat dilihat pada Gambar II.33.



Gambar II.33 Rute Pelayaran Pelabuhan Benoa Nusa Penida
Sumber: *Google Maps*

Berdasarkan MP3EI, Bali menjadi target Indonesia dalam pengembangan Pariwisata. Nusa Penida saat ini menjadi salah satu destinasi wisata favorit yang ada di Bali saat ini. Berdasarkan data dari Dinas Pariwisata Kabupaten Klungkung, pada tahun 2015 tercatat sebanyak 93.733 wisatawan yang berkunjung ke Nusa Penida. Nusa Penida sangat terkenal dengan keindahan wisata bahari tempat-tempat murni konservasi hewan laut. Nusa Penida juga ditetapkan sebagai Kawasan Konservasi Perairan (KKP) dan Kawasan Strategis Pariwisata Nasional (KSPN). Selain potensi pariwisata yang sangat menjanjikan, Nusa Penida juga menjadi pusat peternakan di Bali. Tentunya apabila kawasan pariwisata Nusa Penida dan pengembangan infrastruktur ditingkatkan, maka Bali akan bisa menjadi contoh bagi daerah lain di Indonesia dalam Pengembangan pariwisata. Berikut objek wisata yang ada di Nusa Penida:

A. Pantai Pasih Uug

Pantai Pasig Uug adalah salah satu pantai favorit bagi semua wisatawan yang datang ke Nusa Penida. Pantai yang terletak di desa Bunga Mekar, Kecamatan Nusa Penida ini memiliki ciri khas berupa tebing-tebing yang lebih menjorok ke laut. Pantai Pasig Uug benar-benar sangat alami dan tidak memiliki pura seperti pada pantai lain di Bali. Suara ombak yang tenang di pantai ini membuat semua orang yang datang akan merasa terkesan. Selain itu air di pantai Pasih Uug masih sangat jernih dan biru.



Gambar II.34 Pantai Pasih Uug
Sumber: www.tempatwisataunik.com

Suasana sekitar pantai juga sangat tenang sehingga banyak orang yang datang untuk menenangkan diri atau melepas stres. Pantai Pasig Uug juga merupakan kawasan perairan yang menjadi tempat tinggal ikan pari dan penyu, sehingga Anda bisa melihat ikan pari dan penyu yang berenang di air yang biru. Untuk tempat foto yang menarik Anda bisa mencoba sebuah tebing yang patah namun masih terhubung ke sisi dataran yang lain. Dari tempat ini pemandangan pantai akan terlihat sangat indah. Untuk menjangkau Pantai Pasig Uug Anda bisa menyeberang dari Pantai Sanur, Padang Bay atau Tanjung Benoa. Setelah sampai di Nusa Penida Anda bisa menyewa mobil atau motor. Pantai Pasig Uug bisa jadi tujuan selanjutnya setelah pantai terindah di Indonesia yang wajib dikunjungi.

B. Mata Air Seganing

Mata Air Seganing tepatnya terletak di kawasan Sebuluh tepatnya Desa Cacah. Mata Air Seganing sangat terkenal di Nusa Penida dan termasuk tempat wisata yang sangat indah. Anda bisa menikmati pemandangan air terjun yang sangat mengesankan. Namun untuk mencapai ke bagian air terjun maka Anda harus melewati medan jalan yang cukup berat selama 30 menit. Jalan untuk mencapai mata air sangat licin, penuh batu dan terjal. Karena itu diperlukan keberanian dan niat yang sangat kuat. Namun pemandangan alam mata air dan air terjun yang sangat indah akan membayar semua perjalanan berat itu. Untuk mencapi tempat ini Anda bisa mulai perjalanan dari pelabuhan Toyapakeh. Waktu terbaik untuk mengunjungi mata air adalah saat musim panas atau kering. Jika Anda memang suka dengan objek wisata air terjun maka jangan lupa untuk datang ke air terjun di Indonesia yang wajib di kunjungi.



Gambar II.35 Mata Air Seganing
Sumber: www.tempatwisataunik.com

C. Pantai Atuh

Pantai Atuh juga menjadi salah satu pantai yang sangat tenang dan menyenangkan di Nusa Penida. Pantai Atuh memberikan suasana yang sangat tenang dan pemandangan yang sangat indah. Pantai Atuh tepatnya terletak di kawasan Banjar Pelilit, Desa Pejukutan. Untuk mencapai lokasi pantai Atuh maka bisaanya pengunjung akan menyusui jalan setapak selama 50 menit dengan medan datar dan curam.



Gambar II.36 Pantai Atuh
Sumber: www.tempatwisataunik.com

Pantai Atuh memiliki karakter pasir putih yang sangat indah dan air yang biru serta ombak yang tenang. Pantai Atuh membentang luas sekitar 500 meter. Bagian ujung dari Pantai Atuh dibatasi oleh dua buah pulau yang sering disebut dengan nama Batu Abah. Di pulau tersebut ada sebuah pura yang digunakan untuk ibadah penduduk di kawasan Banjar Pelilit. Namun terkadang Pantai Atuh memiliki ombak yang cukup besar sehingga harus hati-hati jika ingin berenang.

D. Manta Point

Manta *Point* terletak di sudut barat daya Nusa Penida dan situs menyelam terjauh di Nusa Penida dari pantai Sanur, memakan waktu sekitar 60 menit. Sebuah perjalanan yang setimpal dengan yang dicapai, karena garis pantai Nusa Penida masih asli, asri, dan benar-benar cantik. Ikan pari Manta benar-benar makhluk luarbiasa yang tinggal di Bali sepanjang tahun, maka kapan saja anda menyelam akan ada kesempatan besar melihat mereka. Beberapa macam dari Manta disini memiliki rentang sayap lebih dari 3 meter dan semuanya memiliki motif unik terdiri dari warna hitam, abu- abu, putih di bagian bawah yang membuat identifikasi semakin mudah.



Gambar II.37 Manta Point
Sumber: www.tempatwisataunik.com

Bagi yang menyukai wisata air dan petualangan di bawah air maka harus mencoba *diving* atau *snorkeling* di Manta *Point*. Kawasan ini tidak hanya memberikan pemandangan bawah laut yang indah tapi juga petualangan perjalanan yang sangat indah. Sebelum mencapai laut yang akan dijadikan tempat *diving* maka semua harus berjalan melewati perbukitan yang sangat indah. Setelah itu pengunjung bisa mencoba *diving* dan melihat beberapa biota laut yang sangat khas seperti hiu biru, hiu bambu, terumbu karang, dan berbagai jenis ikan lain. Namun semua pengunjung disarankan untuk menggunakan jasa pemandu karena tekanan ombak yang tidak stabil.

E. Batu Meling

Batu Meling bisa menjadi spot penyelaman yang sangat indah dan tidak akan terlupakan untuk semua pengunjung. Untuk mencapai tempat ini bisa ditempuh dengan menggunakan kapal selama 1 jam dari pelabuhan utama Nusa Penida. Perairan di kawasan Batu Meling terkenal sangat jernih sehingga semua biota laut bisa terlihat dengan jelas.



Gambar II.38 Pantai Batu Meling
Sumber: www.tempatwisataunik.com

BAB III METODOLOGI

III.1. Metode

Diagram alir (*flowchart*) metodologi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Gambar III.1 dan Gambar III.2. Pada beberapa tahap pengerjaan ada pemeriksaan pemenuhan hasil perhitungan berdasarkan kriteria tertentu. Jika hasil pemeriksaan memenuhi maka bisa lanjut ke tahap selanjutnya, jika hasil tidak memenuhi maka harus kembali ke tahap sebelumnya untuk melakukan analisis ulang.

III.2. Proses Pengerjaan

A. Tahap 1

Dalam tahap pertama dilakukan proses *study literature* dengan mengumpulkan teori-teori mengenai proses pembangunan kapal. Selain *study literature*, di tahap pertama akan dilaksanakan survei lapangan untuk mengetahui kapal-kapal sejenis yang pernah dibangun sebelumnya dan juga untuk mengetahui jumlah muatan kapal yang telah beroperasi. Dari data-data di atas akan dilakukan analisis sehingga memperoleh ukuran utama awal serta kapasitas atau *payload* dari kapal.

B. Tahap 2

Pada tahap kedua merupakan proses pemeriksaan ukuran utama awal yang telah di dapat. Pemeriksaan dilakukan terhadap beberapa aspek antara lain *payload*, batasan teknis, dan juga regulasi. Jika terdapat kriteria yang belum memenuhi persyaratan, perhitungan ukuran utama awal akan diulang sehingga persyaratan pada tahap kedua ini terpenuhi dan hasil akhir dari tahap kedua ini adalah memperoleh ukuran utama *final*.

C. Tahap 3

Dalam tahap ketiga hasil ukuran utama final akan diplot ke dalam gambar Rencana Garis atau *Lines Plan*.

D. Tahap 4

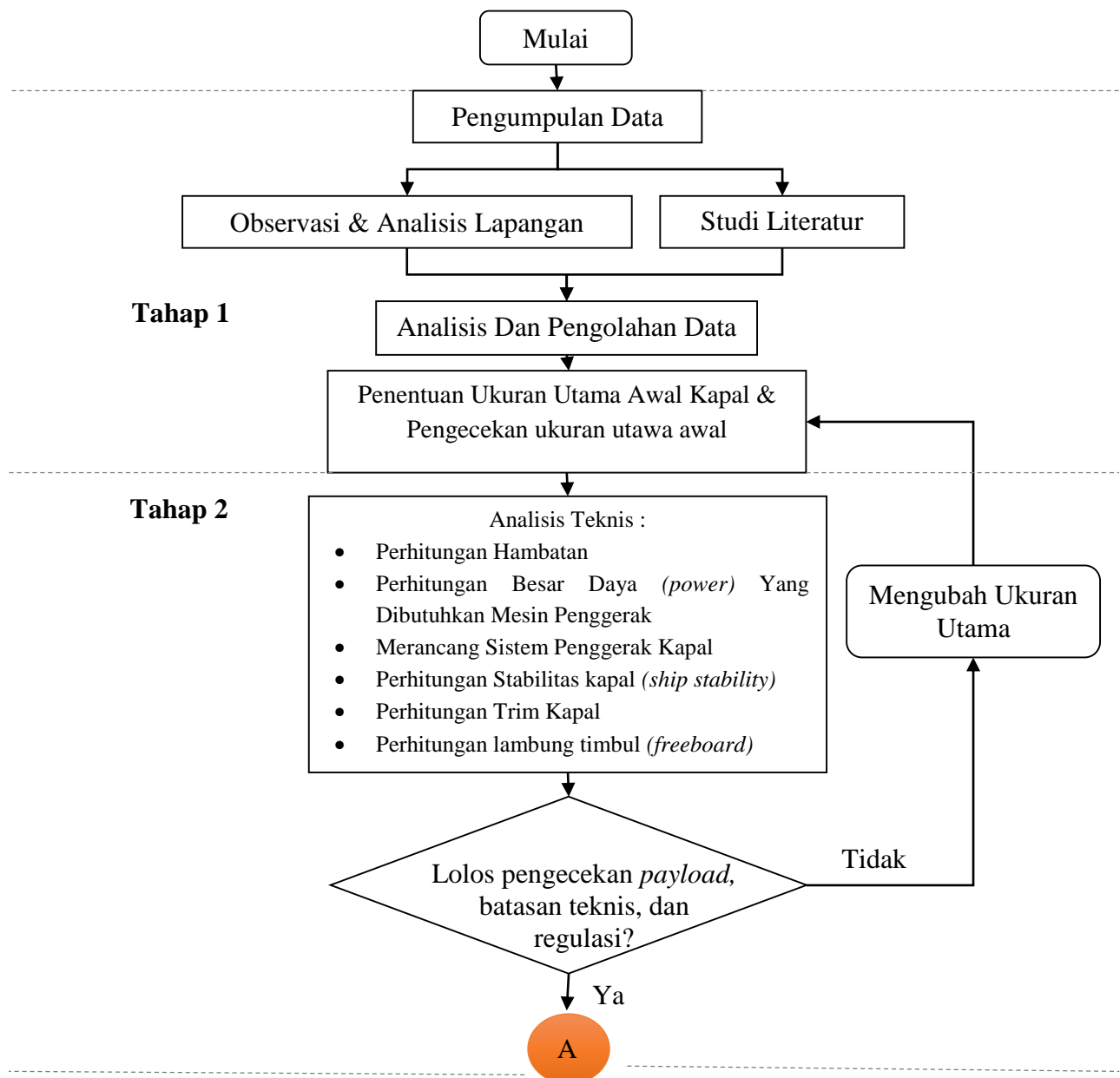
Pada tahap keempat, desain rencana garis akan dibuat menjadi Rencana Umum (*General Arrangement*) dari kapal. Setelah pengerjaan Rencana Umum selesai dilanjutkan ketahap

mendesain *Safety Plan*. Sehingga dari tahap keempat akan diperoleh desain Rencana Umum dan *Safety Plan*.

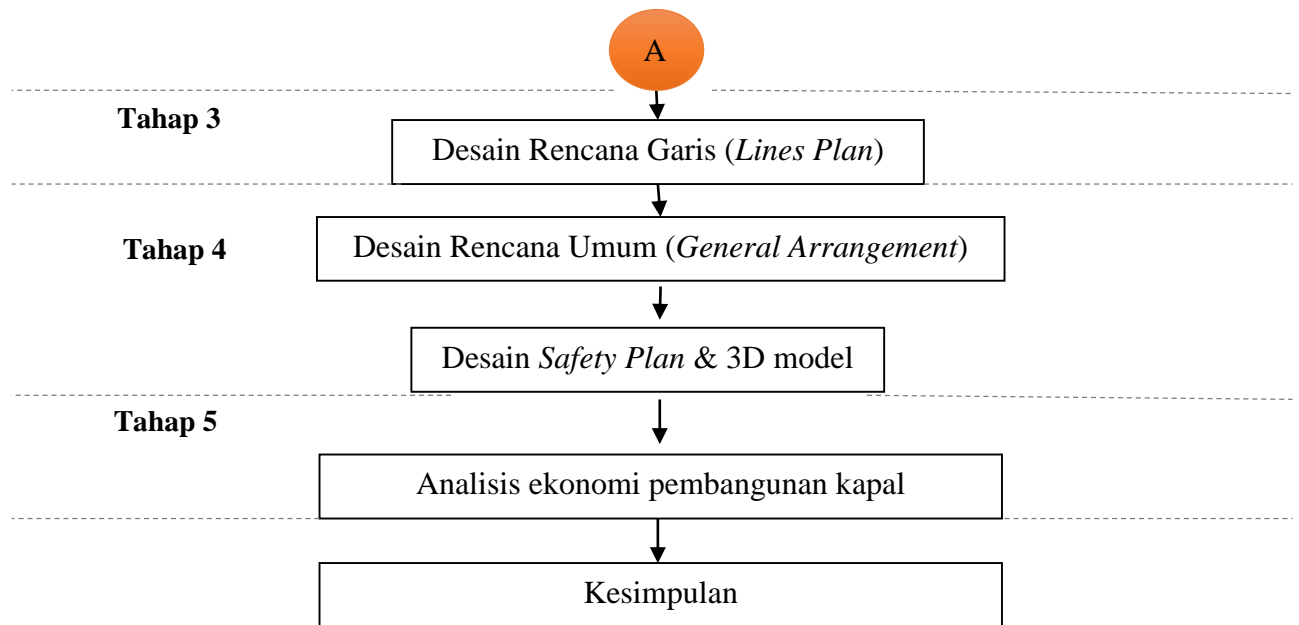
E. Tahap 5

Dalam tahap kelima akan dilakukan perhitungan analisis ekonomis berupa perhitungan biaya pembangunan kapal.

III.3. Bagan Alir



Gambar III.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir



Gambar III.2 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir (Lanjutan)

Dari gambar di atas, proses pembuatan tugas akhir ini akan melalui lima tahapan yang telah ditentukan antara lain: 1. Proses menentukan ukuran utama awal, 2. Proses pemeriksaan ukuran utama dengan beberapa kriteria antara lain *payload*, batasan teknis, dan regulasi 3. Mendesain Rencana Garis, 4. Mendesain Rencana Umum, *Safety Plan* dan *3D Model*, dan 5. Menghitung analisis ekonomis biaya pembangunan kapal dan *Break Even Point* (BEP).

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV ANALISIS TEKNIS

IV.1. Penentuan Muatan Kapal

Kapal *Ro-Ro* yang akan didesain merupakan kapal yang mampu mengangkut penumpang, dan kendaraan. Karena belum adanya kapal yang bisa mengangkut barang dan kendaraan dari Pelabuhan Benoa menuju Pelabuhan Nusa Penida, maka pencarian data sekunder dalam menentukan jumlah penumpang dan kendaraan kapal yang akan didesain, metode yang digunakan yaitu metode rata-rata data jumlah penumpang dan kendaraan per tahun dari Pelabuhan Padangbai Klungkung Bali menuju Pelabuhan Nusa Penida. Berdasarkan data yang diperoleh dari Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Kelas IV Padangbai Bali, Tabel IV. 1 – IV. 3 merupakan data arus penumpang dan kendaraan yang masuk ke Pelabuhan Nusa Penida dari tahun 2014-2017:

Tabel IV.1 Penumpang dan Kendaraan yang Masuk ke Pelabuhan Nusa Penida tahun 2014.

NO.	BULAN	TRIP	PNP/ORG	R4/UNIT	R2/UNIT	BAGASI
1	Januari	42	4060	620	1166	3932
2	Februari	38	4156	549	1172	3348
3	Maret	42	4065	582	1451	3692
4	April	41	3885	585	919	3588
5	Mei	43	4542	557	1721	3445
6	Juni	41	4442	530	1163	3554
7	Juli	43	4797	563	1511	3700
8	Agustus	42	4622	549	1298	3573
9	September	41	4506	533	1379	3509
10	Oktober	34	2780	451	768	3388
11	Nopember	16	889	210	192	1620
12	Desember	13	816	174	168	1233
	JUMLAH	436	43560	5903	12908	38582

Sumber: Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Kelas IV Padangbai Bali

Tabel IV.2 Penumpang dan Kendaraan yang Masuk ke Pelabuhan Nusa Penida tahun 2015

NO.	BULAN	TRIP	PNP/ORG	R4/UNIT	R2/UNIT	BAGASI
1	Januari	33	3185	613	741	3945
2	Februari	28	2320	478	662	3559
3	Maret	32	2459	514	765	3789
4	April	42	3278	581	938	4750
5	Mei	35	2692	568	822	4398
6	Juni	32	3335	537	877	5256
7	Juli	29	3346	414	1226	3143
8	Agustus	35	3134	579	939	3914
9	September	33	2864	501	875	3804
10	Oktober	0	0	0	0	0
11	Nopember	22	1618	345	538	2623
12	Desember	39	2825	630	884	5353
	JUMLAH	360	31056	5760	9267	44534

Sumber: Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Kelas IV Padangbai Bali

Tabel IV.3 Penumpang dan Kendaraan yang Masuk ke Pelabuhan Nusa Penida tahun 2016

NO.	BULAN	TRIP	PNP/ORG	R4/UNIT	R2/UNIT	BAGASI
1	Januari	29	1836	321	824	1965
2	Februari	28	2351	406	967	2178
3	Maret	31	1924	350	852	1874
4	April	30	2240	392	1024	2896
5	Mei	31	2134	370	965	2795
6	Juni	30	2956	424	1128	3282
7	Juli	31	3669	523	1475	3024
8	Agustus	31	2883	514	1143	3071
9	September	7	774	73	381	488
10	Oktober	8	558	135	198	929
11	November	30	1768	470	583	2967
12	Desember	56	2522	707	1026	4253
	JUMLAH	342	25615	4685	10566	29722

Sumber: Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Kelas IV Padangbai Bali

Karena belum adanya data pada tahun 2017, maka dilakukan metode *forecasting* atau metode peramalan yang sudah dijelaskan pada Sub Bab II.1.19. Dalam metode peramalan (*forecasting*) menggunakan pendekatan peramalan ekstrapolatif yang memiliki basis ekstrapolasi trend dengan teknik analisis runtun waktu (*time series*). Pada pendekatan ini terdapat beberapa asumsi yang digunakan anatara lain keteraturan data (*regularity*), keajegan data (*presistance*), keandalan data (*reabilit*), dan kesahihan data (*validity*). Berikut data penumpang dan kendaraan setelah dilakukan metode *forecasting* pada tabel IV.4.

Tabel IV.4 Data Penumpang dan Kendaraan Tahun 2017 dengan Metode *Forecasting*

NO.	TAHUN	TRIP	PNP/ORG	R4/UNIT	R2/UNIT	BAGASI
1	2017	285	15465	4231	8572	28753

Berdasarkan data yang sudah didapat dari tahun 2014 - 2017, maka didapatkan rata-rata penumpang, kendaraan, *trip*, dan bagasi. Karena tidak adanya data jenis kendaraan R4 yang masuk ke Pelabuhan Nusa Penida, maka untuk kendaraan R4 dibagi menjadi 10 mobil dan 4 truk.

Tabel IV.5 Rata-rata *Trip*, Penumpang, Kendaraan, dan Bagasi dari tahun 2014 - 2017

TRIP	0.9 /Hari
PENUMPANG	79 Orang
KENDARAAN R4	14 Unit
KENDARAAN R2	28 Unit
BAGASI	97 Unit

IV.2. Berat Muatan Total

Setelah mendapat rata-rata penumpang, barang, dan bagasi dari data yang didapat dari Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan Kelas IV Padangbai Bali, maka selanjutnya akan ditentukan jumlah berat dari masing-masing muatan kapal *Ro-Ro* yang akan didesain. Untuk penumpang dibagi menjadi 2 yaitu jumlah penumpang dan jumlah *crew* dengan kuantitas penumpang sebanyak 79 orang, dan *crew* sebanyak 21 orang dengan asumsi berat 0.075 kg. Kemudian untuk muatan kendaraan dibagi menjadi kendaraan motor sebanyak 28 unit dengan asumsi berat 0.2 ton, kendaraan mobil sebanyak 10 unit dengan asumsi berat 5 ton, dan kendaraan truk sebanyak 4 unit dengan asumsi berat 40 ton. Sedangkan untuk muatan barang dibagi menjadi bawaan penumpang sebanyak 79 buah dengan asumsi berat 0.005 ton, bawaan *crew* sebanyak 20 buah dengan asumsi berat 0.005 ton, dan bagasi dengan total berat 4.85 ton. Tabel IV.6 di bawah merupakan rekapitulasi total berat muatan kapal yang akan didesain.

Tabel IV.6 Perhitungan Berat Muatan Berdasarkan Data

PERHITUNGAN BERAT MUATAN BERDASARKAN DATA (ton)				
Kategori	Muatan	Kuantitas	Berat (ton)	Total Berat (ton)
Orang	Penumpang	79	0.075	5.925
	Crew	21	0.075	1.575
Kendaraan	Motor	28	0.2	5.6
	Mobil	10	5	50
	Truk	4	40	160
Barang	Bawaan penumpang	79	0.005	0.395
	Bawaan crew	21	0.005	0.105
	Bagasi			4.85
TOTAL BERAT MUATAN				228.450

Dalam menentukan berat muatan kapal, perhitungan tidak hanya berdasarkan data yang didapat, namun juga dengan mencari luasan dek dari *layout* awal kapal yang telah didesain sebagai pembanding (Tabel IV.7). Luasan dek yang dicari adalah pada dek kendaraan dan dek penumpang. Luasan dek yang dihitung adalah tiap muatan yang ada pada kendaraan, contoh misalkan pada dek kendaraan terdapat sebuah truk dengan panjang 8.15 meter dan lebar 2.88 meter, maka didapat luasan per unit truk tersebut adalah sebesar 23.47 m². Setelah mendapat luasan per unit, kemudian berat truk itu sendiri dibagi dengan luasan per unit tersebut untuk mendapatkan berat per m² dengan asumsi beban berat truk sebesar 40 ton. Setelah mendapat berat per m², kemudian dikalikan luasan per unit truk yang telah didapat.

Tabel IV.7 Perhitungan Berat Muatan Berdasarkan Luasan Dek

PERHITUNGAN PAYLOAD LUASAN DECK					
Jumlah crew		21		Orang	
Penumpang		96		Orang	
Penjaga Stand makanan		4		Orang	
Muatan	Asumsi Beban (ton)	Luas per unit (m ²)	Berat/m ²	Luasan Total	Berat Total
Motor	0.2	2.07	0.097	29.08	5.6193
Mobil	5	10.1008	0.495	50.53	50.0257
Truk	40	23.472	1.704	97.063	165.4107
Penumpang	0.075	1.04	0.072	24.87	3.5870
Pnp VIP 1	0.075	4.772	0.016	23.76	0.7469
Pnp VIP 2	0.075	4.772	0.016	23.76	0.7469
Crew	0.075				1.5750
Penjaga stand	0.075				0.3
Bagasi					4.8500
Barang pnp	0.005				0.4800
Barang crew	0.005				0.105
TOTAL PAYLOAD LUASAN DECK (TON)					233.4465

Setelah mendapat perbandingan dari perhitungan berat muatan berdasarkan data dan luasan dek, diketahui bahwa total berat pada luasan dek lebih besar dari total berat yang didapat berdasarkan data. Maka total berat yang digunakan adalah berat muatan berdasarkan luasan dek.

IV.3. Penentuan Ukuran Utama Awal Kapal

Dalam menentukan ukuran utama awal kapal, digunakan metode *existing* dengan kapal *Ro-Ro* Nusa Jaya Abadi yang beroperasi di Pelabuhan Padangbai menuju Pelabuhan Nusa Penida. Metode *existing* merupakan metode dalam mendesain kapal dengan cara perbandingan atau komparasi, yaitu dengan cara mengambil sebuah kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Kapal *Ro-Ro* Nusa Jaya Abadi hanya beroperasi di Pelabuhan Padangbai menuju Pelabuhan Nusa Penida saja. Dalam menentukan ukuran utama awal kapal yang akan didesain, maka desainer harus tahu terlebih dahulu ukuran utama kapal yang akan digunakan sebagai kapal pembanding. Apabila ukuran utama kapal yang digunakan tidak memenuhi rasio ukuran utama atau tidak memenuhi regulasi, maka desainer harus merubah ukuran utama tersebut sampai memenuhi rasio perbandingan dan regulasi. Adapun ukuran utama kapal *Ro-Ro* Nusa Jaya Abadi yang akan digunakan sebagai kapal pembanding adalah sebagai berikut:

<i>Length Over All (LOA)</i>	: 39.5 m
<i>Length Between Perpendicular (LBP)</i>	: 33.6 m
<i>Breadth Moulded (B)</i>	: 11.6 m
<i>Depth Moulded (H)</i>	: 3 m

Draught (T) : 1.8 m
V max : 10 knots

Setelah mendapatkan data ukuran utama, maka dilakukan pengecekan rasio perbandingan ukuran utama. Berikut tabel IV. 8 merupakan hasil pengecekan yang telah dilakukan:

Tabel IV.8 Hasil Pengecekan dengan Rasio Perbandingan Ukuran Utama

Perbandingan Ukuran Utama				
L/B	=	2.90	$5.3 < L/B < 8$	Tidak Terpenuhi
B/T	=	6.44	$3.2 < B/T < 4$	Tidak Terpenuhi
L/T	=	18.67	$10 < L/T < 30$	Diterima
L/16	=	2.10	$H > L/16$	Diterima

Dari hasil pengecekan tersebut, terdapat nilai rasio perbandingan ukuran utama yang berstatus “Tidak Terpenuhi”. Status tersebut mengindikasikan rasio yang dihasilkan berada di luar batasan maksimal dan minimal sesuai dengan peraturan *Principles of Naval Architecture volume I* dan *II* serta Biro Klasifikasi Indonesia *volume II section 1* 2006, sehingga diperlukan evaluasi terhadap nilai ukuran utama awal. Berdasarkan dari hasil pengecekan perbandingan ukuran utama pada table IV.8 maka akan dilakukan perubahan ukuran utama sampai nilai rasio perbandingan ukuran utama tersebut berstatus “Diterima”.

Tabel IV.9 Perubahan Ukuran Utama Kapal Awal

LOA	48.00	m
LPP	44.00	m
B	8.20	m
H	3.00	m
T	2.50	m

Tabel IV.10 Rasio Ukuran Utama Setelah Evaluasi

Perbandingan Ukuran Utama				
L/B	=	5.37	$5.3 < L/B < 8$	Diterima
B/T	=	3.28	$3.2 < B/T < 4$	Diterima
L/T	=	17.60	$10 < L/T < 30$	Diterima
L/16	=	2.75	$H > L/16$	Diterima

Setelah dilakukan evaluasi terhadap nilai ukuran utama awal pada tabel IV.9, langkah selanjutnya adalah pengecekan ukuran utama awal dengan ketentuan teknis dan juga regulasi pada Tabel IV.10. Ukuran utama yang akan diperiksa adalah ukuran utama yang berstatus “Diterima” setelah proses pengecekan rasio ukuran utama.

IV.4. Menghitung Koefisien Bentuk Badan Kapal

Koefisien bentuk badan kapal ditentukan setelah proses penentuan ukuran utama awal. Koefisien bentuk kapal meliputi nilai koefisien blok (C_B), koefisien prisma (C_P), koefisien *midship* (C_M), dan koefisien *waterplane* (C_{WP}). Selain menghitung koefisien bentuk kapal, pada sub bab ini akan menghitung nilai LCB dan nilai *displacement*.

Pada proses perhitungan koefisien bentuk badan kapal, persamaan yang digunakan adalah persamaan yang telah dijelaskan pada Sub Bab II.1.6. Berikut Tabel IV.11 salah satu contoh perhitungan nilai koefisien bentuk badan kapal tepatnya dalam menghitung C_B .

Tabel IV.11 Perhitungan Nilai C_B

Menghitung Nilai C_B	
Persamaan	$-4.22 + 27.8 \sqrt{Fn} - 39.1 Fn + 46.6 Fn^3$
Nilai Fn	0.243
Nilai C_B	0.652

Dengan menggunakan metode yang telah dibahas pada Sub Bab II.1.6 berikut Tabel IV.12 merupakan hasil dari koefisien bentuk badan kapal, LCB, dan juga *displacement*.

Tabel IV.12 Hasil Perhitungan Koefisien Badan Kapal, *Displacement* dan LCB.

Koefisien Bentuk Badan Kapal, LCB, dan Displacement			
Koefisien Blok	C_B	0.652	
Koefisien Prisma	C_P	0.664	
Koefisien <i>Midship</i>	C_M	0.981	
Koefisien <i>Waterplane</i>	C_{WP}	0.785	
<i>Longitudinal Center of Bouyancy</i>	LCB	22.28	m dari AP
<i>Volume Displacement</i>	∇	611.58	m^3
<i>Mass Displacement</i>	Δ	626.87	ton

IV.5. Menghitung Hambatan Kapal

Dalam menghitung hambatan kapal, telah dijelaskan pada BAB. II komponen-komponen yang mempengaruhi hambatan kapal. Berdasarkan persamaan yang ada pada Sub Bab II.1.7, maka berikut salah satu contoh perhitungan komponen hambatan kapal yaitu menentukan koefisien hambatan gesek (C_F):

Tabel IV.13 Menghitung Nilai C_F

Menghitung Nilai C_F	
Persamaan	$C_F = 0.075 / (\log R_n - 2)^2$
Nilai R_n	198087569.7
Nilai C_F	0.001892

Dengan menggunakan seluruh persamaan yang tercantum pada Sub Bab II.1.7, berikut tabel IV.14 merupakan hasil seluruh komponen yang mempengaruhi hambatan kapal.

Tabel IV. 14 Komponen Hambatan Kapal

Komponen Hambatan Kapal			
Koefisien hambatan gesek	C_F	0.001892	
Koefisien hambatan gelombang	R_W/W	0.000992	
Luas permukaan basah	S_{Tot}	474.531	m^2
Faktor bentuk badan kapal	$(1+k)$	1.214	
<i>Corelation allowance</i>	C_A	0.00054	
Hambatan total	R_T	22.029	kN

IV.6. Menghitung Propulsi Kapal dan Pemilihan Mesin Induk

Dalam menghitung propulsi kapal dapat menggunakan persamaan pada Sub Bab II.1.8 mengenai propulsi kapal. Berikut salah satu contoh perhitungan komponen propulsi kapal yaitu contoh dalam menghitung nilai EHP:

Tabel IV.15 Perhitungan EHP

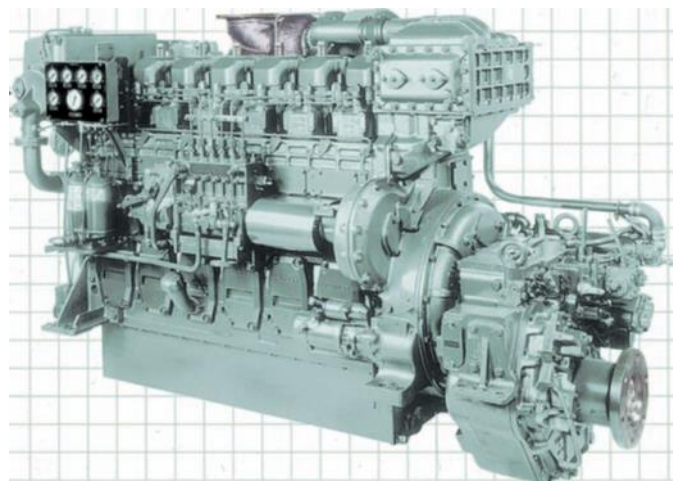
Menghitung Nilai EHP	
Persamaan	$P_E = R_T \times v$
Nilai v	10 knot = 5.144 m/s
Nilai P_E	113.32 Kw = 151.962 HP

Dengan menggunakan persamaan yang tercantum pada Sub Bab II.1.8, maka berikut komponen propulsi yang dihasilkan bisa dilihat pada Tabel IV.16.

Tabel IV.16 Hasil Perhitungan Komponen Propulsi Kapal

Komponen Propulsi Kapal			
<i>Effective Horse Power</i>	EHP	151.962	HP
<i>Delivered Horse Power</i>	DHP	252.835	HP
<i>Shaft Horse Power</i>	SHP	257.995	HP
<i>Break Horse Power</i>	BHP	263.265	HP

Nilai di atas merupakan hasil dari perhitungan propulsi kapal. Dalam pemilihan mesin induk, nilai BHP ditambah dengan *service margin* sebesar 15%. Dikarenakan kapal yang akan didesain menggunakan dua mesin maka nilai BHP akan dibagi dua sehingga mendapatkan nilai daya minimal untuk setiap mesin. Dalam proses perhitungan propulsi ini letak kamar mesin (di belakang atau di tengah kapal) telah diperhitungkan tepatnya dalam menghitung nilai SHP. Terdapat koefisien untuk kamar mesin di belakang dan di tengah kapal dengan nilai efisiensi yang berbeda. Berdasarkan hasil perhitungan propulsi kapal, maka daya yang didapat untuk pemilihan mesin kapal adalah sebesar 225.76 kW. Mesin yang dipilih dalam mendesain kapal *Ro-Ro* ini adalah mesin YANMAR tipe 6NY16-UT. Daya mesin yang dibutuhkan sesuai perhitungan adalah sebesar 225.76 kW, karena daya terkecil pada katalog mesin YANMAR adalah sebesar 331 kW maka mesin yang digunakan adalah mesin YANMAR dengan daya 331 kW (Gambar IV.1).



Gambar IV.1 Mesin YANMAR 6NY16-UT.
Sumber: YANMAR *Marine Propulsion Engines*

Tabel IV.17 Spesifikasi Mesin Induk

Spesifikasi YANMAR 6NY16-UT	
Nama mesin	YANMAR 6NY16-UT
Tipe mesin	6NY16-UT
Daya	331-450 kW
RPM	1350 rpm
Rotasi	Berlawanan atau searah jarum jam
Konfigurasi	6 silinder
Bobot	5.76 ton
Panjang	2,478 mm
Lebar	980 mm
Tinggi	1,523 mm

Tabel IV.17 merupakan spesifikasi mesin induk yang akan digunakan. Selain memilih mesin induk, pemilihan juga dilakukan terhadap generator. Untuk menentukan daya generator yang dibutuhkan adalah dengan cara 25% dikalikan dengan daya mesin yang dibutuhkan sesuai dengan perhitungan. Generator kapal merupakan alat bantu kapal yang berguna untuk memenuhi kebutuhan listrik diatas kapal. Dalam penentuan kapasitas generator kapal yang akan digunakan untuk melayani kebutuhan listrik diatas kapal maka analisa beban dibuat untuk menentukan jumlah daya yang dibutuhkan dan variasi pemakaian untuk kondisi operasional seperti manuver, berlayar, berlabuh atau bersandar serta beberapa kondisi lainnya. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui daya minimum dan maksimum yang dibutuhkan. Dalam merencanakan sistem kelistrikan kapal perlu diperhatikan kapasitas dari generator dan peralatan listrik lainnya, besarnya kebutuhan maksimum dan minimum dari peralatannya. Generator kapal yang digunakan pada kapal *Ro-Ro* yang akan didesain ini adalah generator merk Volvo dengan daya sebesar 99 kW sebanyak 2 buah. Dari perhitungan 25% dikalikan daya mesin yang dibutuhkan, maka didapat daya minimal yang dibutuhkan adalah sebesar 56.44 kW. Adapun spesifikasi dari generator merk Volvo ini bisa dilihat pada tabel IV.18 dibawah ini.

Tabel IV.18 Spesifikasi Generator Volvo

Spesifikasi Generator Volvo	
Nama Generator	VOLVO SMDK-90GF
Daya	50 kW
RPM	750 rpm
Bobot	1,05 ton
Panjang	2,200 mm
Lebar	850 mm
Tinggi	1,400 mm



Gambar IV.2 Generator Volvo
Sumber: jss.en.alibaba.com

IV.7. Perhitungan DWT dan LWT

Berat kapal dibedakan menjadi dua yaitu *Dead Weight Tonnage* (DWT) dan *Light Weight Tonnage* (LWT). Dalam Sub Bab ini akan dibahas hasil perhitungan DWT dan LWT yang telah dilakukan.

IV.7.1. DWT

Perhitungan DWT meliputi perhitungan seluruh perbekalan kapal, bahan bakar, dan juga muatan kapal. Berdasarkan Parsons, 2001 berikut hasil perhitungan komponen DWT yang telah melewati tahap koreksi terhadap nilai *displacement* kapal.

A. Berat Bahan Bakar (W_{FO})

Dalam menentukan jumlah bahan bakar yang dibutuhkan oleh kapal, maka yang perlu diketahui adalah jarak yang akan ditempuh oleh kapal, daya mesin kapal, dan juga kecepatan kapal.

$$W_{FO} = SFR \times MCR \times (Range/Speed) \times \text{margin} \dots \dots \dots \text{IV.1}$$

Di mana SFR merupakan *Specific Fuel Rate* (untuk *diesel oil* 0.000190 Ton/kWhour), MCR adalah *Break Power* (kW), dan margin berkisar 5%-10%. Dengan menggunakan persamaan IV.1 maka diperoleh hasil pada Tabel IV. 19 sebagai berikut:

Tabel IV.19 Perhitungan Berat Bahan Bakar

Nilai W_{FO}	
SFR	0.000190
MCR	331 kW
Range	2.6 nautical mile
Speed	10 knot
W_{FO}	0.015 ton

B. Berat Minyak Lumas (W_{LO})

Dalam perhitungan berat minyak lumas terdapat dua persamaan sesuai dengan RPM dari mesin induk. Berikut persamaan dalam menentukan W_{LO} .

$W_{LO} = 20 \text{ ton (medium speed diesel)} \dots \dots \dots \text{IV.2}$

$W_{LO} = 15 \text{ ton (medium speed diesel)} \dots \dots \dots \text{IV.3}$

Untuk *medium speed diesel* memiliki kecepatan 350 - 1200 rpm sedangkan untuk *high speed diesel* memiliki kecepatan > 1200 rpm. Sesuai dengan mesin yang telah dipilih, YANMAR 6NY16-UT memiliki kecepatan 1350 rpm sehingga masuk ke *range high speed diesel*. Dengan persamaan di atas maka diperoleh berat minyak lumas sebesar 0.05 ton untuk satu mesin induk.

C. Berat Minyak Mesin Bantu (W_{DO})

Untuk menghitung W_{DO} maka digunakan persamaan seperti Tabel IV.20 di bawah ini.

$W_{DO} = C_{DO} \times W_{FO} \dots \dots \dots \text{IV.4}$

Tabel IV.20 Berat Minyak Mesin Bantu

Nilai W_{FO}	
C_{DO}	0.2
W_{FO}	0.015 ton
W_{DO}	0.0031 ton

D. Berat Air Tawar (W_{FW}) dan Berat Crew

Dalam menentukan jumlah air tawar yang diperlukan, maka harus diketahui jumlah ABK dan juga penumpang dari kapal. Berikut perhitungan dalam menentukan kebutuhan air tawar kapal dan juga menentukan jumlah ABK kapal. Berikut Tabel IV.21 merupakan langkah dalam menentukan jumlah ABK:

Tabel IV.21 Menentukan Jumlah ABK Kapal dan Berat ABK

Jumlah ABK	
Persamaan	$Z_c = C_{St} \times C_{Dk} \times (CN \times 35 / 10^5)^{1/6} + C_{Eng} \times (BHP / 10^5)^{1/3} + Cadets$
C_{St}	1.33
C_{Dk}	14.5
C_{Eng}	11
BHP	331 kW
Cadets	2 orang
Z_c	21
Berat	1.6 ton

Jumlah tersebut merupakan nilai yang telah dibulatkan. Selain itu untuk menentukan jumlah air tawar yang diperlukan, jumlah ABK ditambah dengan jumlah penumpang. Berikut tabel IV.22 merupakan hasil perhitungan jumlah air tawar yang dibutuhkan:

Tabel IV.22 Perhitungan Berat Air Tawar

Berat Air Tawar	
Persamaan	$W_{FW} = 0.17 \text{ ton / orang.hari}$
Jumlah ABK	21 orang
Jumlah penumpang	96 orang
W_{FO}	0.00043 ton

E. Provisions (W_{PR})

Provisions merupakan kebutuhan yang diperlukan oleh tiap orang dalam satu hari. Berikut tabel IV.23 merupakan hasil berat *provisions* yang telah dihitung:

Tabel IV.23 Berat *Provisions*

Berat Perlengkapan	
Persamaan	$W_{C\&E} = 0.01 \text{ ton / orang.hari}$
Jumlah ABK	21 orang
Jumlah penumpang	96 orang
W_{PR}	0.006 ton

F. Payload

Berat muatan atau *payload* yang digunakan adalah berat muatan yang didapat dari berat luasan dek dan berat *consumable* yang telah dihitung. Koreksi nilai DWT dan LWT terhadap

displacement kapal akan dibahas pada sub bab selanjutnya. Setelah seluruh komponen DWT dihitung, berikut tabel IV.24 merupakan hasil komponen berat DWT yang telah dirangkum dan rekapitulasi titik berat DWT.

Tabel IV.24 Nilai Berat Komponen DWT

Berat Kapal Bagian DWT			
No	Items	Value	Unit
1	Payload Luasan Dek		
	Berat total	235.5478	ton
2	Berat Consumable		
	Berat Crew	1.575	ton
	Berat Lubricating oil, Diesel oil, & Fuel oil	0.02016	ton/unit
	Berat Fresh Water	0.00044	ton
	Berat Provision & Store	0.006	ton
	Berat total	1.601	ton
Komponen Berat Kapal Bagian DWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
1	Payload Luasan Dek	235.5478	ton
2	Berat Consumable	1.601	ton
Berat Total		237.149	ton

Tabel IV.25 Rekapitulasi Titik Berat DWT

Rekapitulasi Titik Berat DWT				
No	Item	Hasil	Unit	Keterangan
Titik Berat Consumables				
1	Berat	1.615	ton	
	KG	4.169	m	
	LCG	47.299	m	dari FP
Titik Berat Payload				
2	Berat	235.55	ton	
	KG	1.85	m	
	LCG	19.486	m	dari FP

IV.7.2. LWT

LWT sering disebut juga berat kapal kosong. Berat kapal ini terdiri dari berat baja (lambung dan juga bangunan atas), berat permesinan, berat *equipment* dan berat *outfitting* dari kapal. Berikut perhitungan berat komponen LWT kapal.

A. Structural Weight (Ws)

Structural weight merupakan berat baja yang digunakan oleh kapal meliputi berat baja untuk lambung kapal beserta berat baja untuk bangunan atas (Parsons, 2001).

Tabel IV.26 Ukuran Bangunan Atas

Nama	Panjang (meter)	Lebar (meter)	Tinggi (meter)	Volume (m ³)
<i>Passenger Deck</i>	36.38	6.4	2.5	745.872
<i>Navigation Deck</i>	31	6.4	2.5	574

Tabel IV.27 Perhitungan *Structural Weight*

<i>Structural Weight</i>	
Persamaan	$W_S = KE^{1.36} (1 + 0.5 (C_b' - 0.7))$
Nilai K	0.036
Nilai E	139.264
Nilai C_b'	0.652
W_S	255 ton
KG	3.687 m
LCG_M	-0.350 m

B. Berat Permesinan

Berat permesinan meliputi berat mesin induk, berat generator, *propeller*, dan juga *gear box*. Untuk mencari berat tiap-tiap item dapat dihitung menggunakan rumus pendekatan atau melihat katalog. Kapal yang direncanakan memiliki ruang mesin berada di tengah sehingga memiliki poros yang panjang. Panjang poros ini telah diperhitungkan pada perhitungan *powering* dengan mempertimbangkan letak kamar mesin. Berikut tabel IV.28 merupakan perhitungan komponen berat permesinan kapal.

Tabel IV.28 Komponen Berat Permesinan Kapal

Komponen Permesinan Kapal	
Mesin induk	2.88 ton
Generator	1.5 ton
Berat poros	0.812 ton
Berat <i>gear box</i>	1.2 ton
Propeller	0.62 ton
Berat lain-lain	23.17 ton
Berat permesinan total	34.83 ton

C. Peralatan dan Perlengkapan Kapal

Berat peralatan dan perlengkapan yang dimaksud adalah semua peralatan dan perlengkapan kapal kecuali dibagian kamar mesin. Tabel IV.29 merupakan rekapitulasi berat peralatan dan perlengkapan kapal.

Tabel IV.29 Berat Peralatan dan Perlengkapan Kapal

No	Peralatan & Perlengkapan	Jumlah	Berat (ton/unit)	Total (ton)
1	Kursi penumpang	110	0.01	1.1000
2	<i>Lifebuoy</i>	8	0.003	0.024
3	<i>Life craft</i>	4	0.18	0.7200
4	<i>Lifeboat</i>	2	20	40
5	<i>Life jacket</i>	8	0.0145	0.1160
6	<i>Railing</i>	1	5	5
7	Jangkar	2	0.66	1.3200
8	<i>Ramp door</i>	2	15.2	30.4
TOTAL				78.6800

Dari seluruh perhitungan LWT kapal, berikut tabel di bawah merupakan tabel hasil rekapitulasi titik berat LWT dan perhitungan total LWT yang telah direkapitulasikan.

Tabel IV.30 Rekapitulasi Titik Berat LWT

Rekapitulasi Titik Berat LWT				
No	Item	Hasil	Unit	Keterangan
Titik Berat Baja Kapal				
1	Berat	255	ton	
	KG	3.687	m	
	LCG	21.65	m	dari FP
Titik Berat Permesinan				
2	Berat	34.826	ton	
	KG	1.517	m	
	LCG	38.56	m	dari FP
Titik Berat E&O				
3	Berat	78.68	ton	
	KG	3.623	m	
	LCG	29.163	m	dari FP

Tabel IV.31 Total LWT Kapal

<i>Weight Category</i>	<i>Weight (ton)</i>
<i>Structural Weight</i>	248.632
<i>Equipment & Outfitting</i>	78.680
<i>Machinery</i>	34.826
Total LWT	362.138

IV.7.3. Koreksi DWT dan LWT dengan *Displacement* Kapal

Setelah hasil DWT dan LWT didapatkan, kemudian kedua nilai tersebut dikoreksi dengan nilai *displacement* kapal (ton). Nilai selisih *displacement* dari DWT dan LWT dengan *displacement* kapal maksimal 10%. Berikut Tabel IV.32 merupakan selisih *displacement* kapal dengan nilai DWT dan LWT.

Tabel IV.32 Koreksi *Displacement* dengan DWT dan LWT

Koreksi	
<i>Displacement</i>	628.87 ton
DWT	235.048 ton
LWT	368.503 ton
Hasil koreksi	3.72 % (<i>acc</i>)

Dari hasil koreksi *displacement* dengan DWT dan LWT, nilai koreksi berstatus “*acc*” yang berarti nilai koreksi masih berada di dalam *range* yaitu kurang dari 10%.

IV.8. Lambung Timbul (*Freeboard*)

Kapal *Ro-Ro* yang akan didesain merupakan jenis kapal tipe B dikarenakan kapal tipe B merupakan kapal yang bukan tipe A di mana salah satu contoh kapal tipe A adalah kapal tanker. Dalam menentukan kriteria standar lambung timbul dari kapal tipe B dapat menggunakan tabel yang tercantum pada Tabel II.3. Untuk menentukan nilai yang sesuai dengan kapal yang di desain, dapat dilakukan interpolasi nilai *freeboard* standar yang ada di tabel. Setelah itu nilai tersebut akan dijumlahkan dengan faktor pengkoreksi seperti di bawah ini.

Tabel IV.33 Perhitungan *Freeboard*

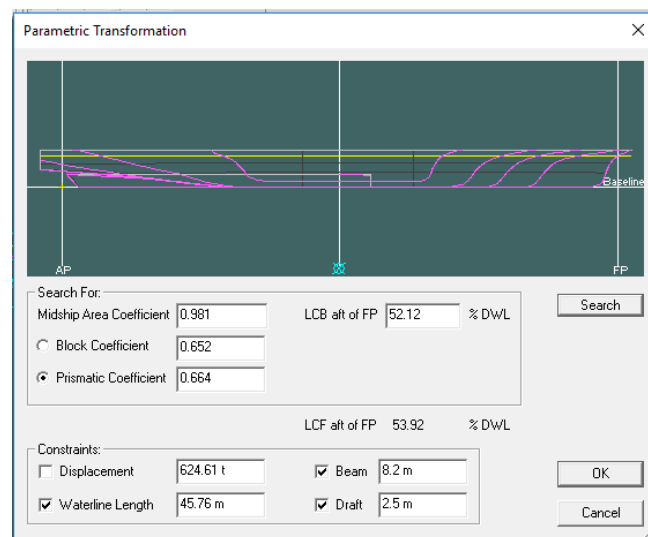
Lambung Timbul			
Nilai standar	374	mm	<i>Freeboard</i> desain harus lebih besar dari <i>freeboard</i> standar
<i>Freeboard</i> desain	800	mm	“acc”

Dari perhitungan lambung timbul di atas, status “acc” berarti nilai lambung timbul yang didesain memiliki nilai lebih dari atau sama dengan dari nilai lambung timbul standar yang diijinkan.

IV.9. Desain Rencana Garis (*Lines Plan*)

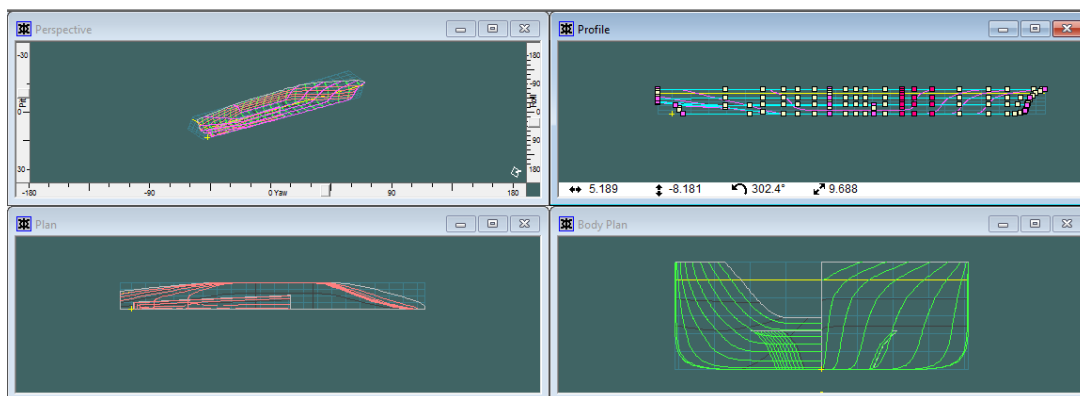
Proses mendesain rencana garis, desainer dibantu oleh *software* khusus yang digunakan dalam mendesain rencana garis kapal. Dalam prosesnya, terdapat nilai-nilai hidrostatik yang dijadikan acuan dalam mendesain. Nilai tersebut adalah nilai koefisien bentuk badan kapal pada Sub Bab IV. 4. Berikut merupakan langkah-langkah dalam penggunaan *software* tersebut.

1. Dilakukan pembuatan *surface* baru yang akan digunakan dalam membuat rencana garis. Jumlah *surface* dan *control point* disesuaikan agar pembuatan desain lebih mudah. Dalam pelaksanaannya, digunakan dua *surface* antara lain *surface* AP dan *surface* FP.
2. Dilakukan pengukuran terhadap *surface* yang telah dibuat sehingga ukuran sesuai dengan ukuran utama kapal.
3. Dilakukan penyesuaian titik AP, FP, dan juga ketinggian sarat kapal menggunakan perintah “*frame of refrence*”



Gambar IV.3 Tampilan *Frame of Refrence*

4. Langkah berikutnya adalah percencanaan jarak *station*, *water line*, dan *buttock line*. Dalam proses ini digunakan perintah *grid spacing* di mana jarak-jarak yang ditentukan sebagai berikut:
- Dengan panjang 48 meter, kapal dibagi ke dalam 20 *stations* dengan jarak 2.4 meter.
 - Dengan tinggi 3 meter, kapal dibagi ke dalam 7 *water lines*.
 - Dengan lebar setengah kapal 4 meter, kapal dibagi ke dalam 4 *buttock lines*.
5. Setelah persiapan dilakukan, maka dilanjutkan dengan membentuk bentuk lambung dari kapal. Proses ini dilakukan dengan memindahkan *control point*. Pada langkah tersebut, *control point* yang dipindahkan akan memberikan nilai hidrostatik pada kapal. *Control point* dipindahkan sehingga menghasilkan nilai hidrostatik yang sesuai. Untuk mengetahui nilai hidrostatik dari kapal yang telah didesain, perintah yang dapat digunakan adalah *calculate hydrostatic*. Berikut pada gambar IV.4 adalah hasil desain rencana garis yang telah dilakukan beserta nilai hidrostatik yang dihasilkan.

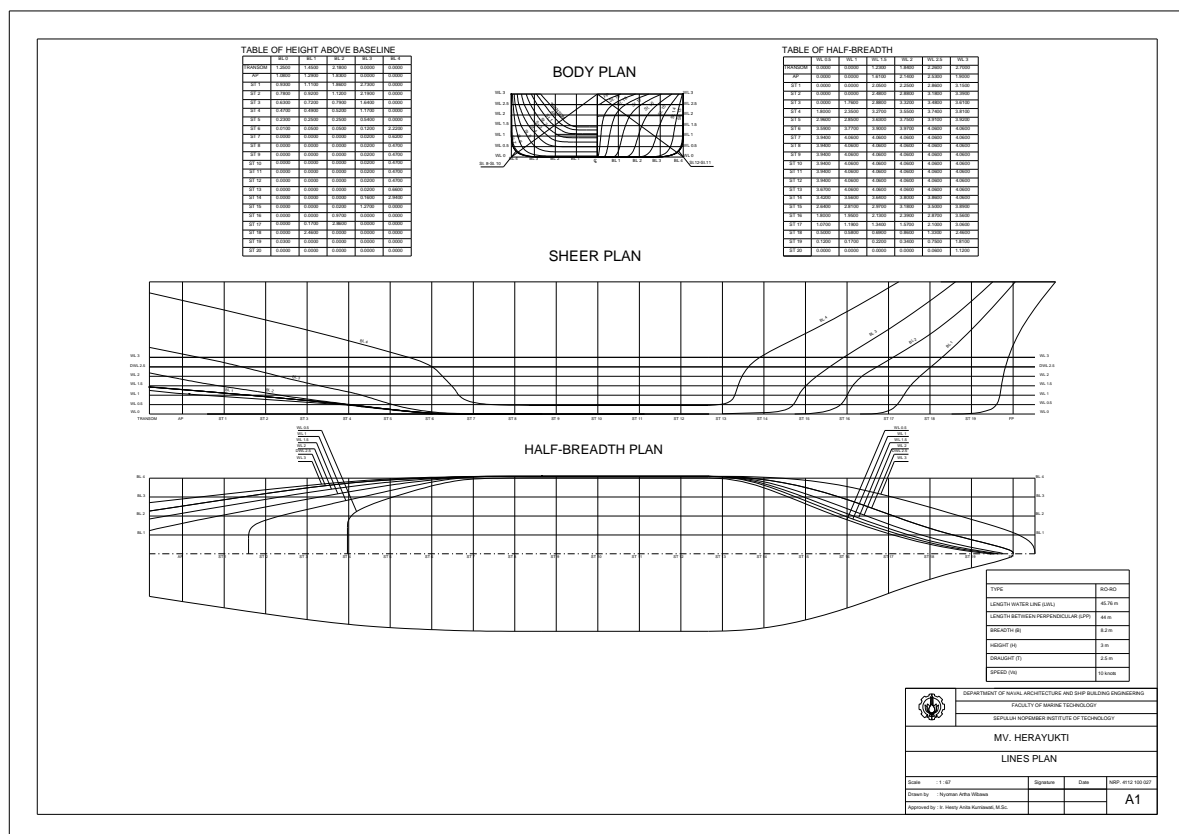


Gambar IV.4 Hasil Rencana Garis yang Telah Didesain

Setelah mendesain rencana garis, nilai hidrostatik dapat dilihat pada *calculate hydrostatic*. Berikut Gambar IV.5 adalah tampilan dari perintah tersebut:

Hydrostatics at DWL			
	Measurement	Value	Units
1	Displacement	626.871	tonne
2	Volume	611.581	m ³
3	Draft to Baseline	2.5	m
4	Immersed depth	2.5	m
5	Lwl	45.76	m
6	Beam wl	8.2	m
7	WSA	549.246	m ²
8	Max cross sect area	20.111	m ²
9	Waterplane area	297.619	m ²
10	Cp	0.665	
11	Cb	0.652	
12	Cm	0.981	
13	Cwp	0.793	
14	LCB from zero pt	20.138	m
15	LCF from zero pt	19.325	m
16	KB	1.355	m
17	KG	0	m
18	BMT	2.192	m
19	BMI	61.33	m
20	GMt	3.547	m
21	GMI	62.685	m
22	KMt	3.547	m
23	KMI	62.685	m
24	Immersion (TPc)	3.051	tonne/cm
25	MTc	8.931	tonne.m
26	RM at 1deg = GMT.Dl	38.809	tonne.m
27	Precision	Medium	50 station

Gambar IV.5 Tampilan *Calculate Hydrostatic*



Gambar IV.6 Hasil Desain Rencana Garis

IV.10. Desain Rencana Umum (*General Arrangement*)

Dalam proses ini, hal yang pertama kali dilakukan adalah menentukan jumlah sekat minimum yang sesuai dengan BKI. Jumlah sekat ini telah dibahas pada Tabel II. 2. Setelah mengetahui jumlah sekat minimum dilanjutkan dengan peletakan sekat tubrukan dan penentuan ruangan-ruangan yang ada di bawah *main deck*. Berikut langkah atau tahapan yang dilakukan dalam mendesain rencana umum:

A. Jarak Gading

Jarak gading yang digunakan adalah 0.6 meter. Dalam menentukan jarak gading gading, kapal dibagi ke dalam tiga tempat yaitu kamar mesin, ceruk, dan juga ruang muat. Untuk jarak gading di kamar mesin, gading besar yang akan didesain diusahakan mampu menyangga ujung depan dan ujung belakang mesin induk sehingga jarak gading yang digunakan adalah lima jarak gading. Untuk ceruk sendiri, ketentuan jarak gading telah diatur dalam BKI yaitu tiga jarak gading dan untuk ruang muat jarak gading yang di desain adalah lima jarak gading.

B. Sekat

Berdasarkan Tabel II.2, jumlah sekat minimum yang diperbolehkan merupakan fungsi letak kamar mesin dan panjang *L*. Dengan nilai *L* sepanjang 48 meter dan kamar mesin di belakang kapal, maka jumlah sekat minimum sebanyak tiga sekat melintang. Kapal yang didesain memiliki tiga sekat melintang sehingga ketentuan BKI telah tercapai.

C. Kamar Mesin

Kamar mesin yang didesain memiliki panjang 9 meter dan mampu menampung satu mesin induk dan dua generator. Tinggi dari kamar mesin yang didesain setinggi 2 meter.

D. Volume Tangki

Dalam mendesain tangki yang dijadikan acuan adalah kapasitas benda yang akan dimuat di dalam tangki. Contohnya seperti bahan bakar dan juga *fresh water*. Dalam mendesain tangki tersebut, ukuran tangki disesuaikan sehingga semua benda (kebutuhan kapal) dapat dimuat ke dalam tangki. Berdasarkan Bambang & Wiranatha (2010) untuk tangki *seawage* memiliki kapasitas 80% dari *fresh water* dengan rincian 80% dari kapasitas total *seawage* untuk *grey water* dan sisanya untuk *black water*. Selain itu kapasitas tangki yang akan didesain dikalikan margin 4% untuk ekspansi dan juga konstruksi (Suhardjito, 2008).

E. Ruang Muat

Kapal yang akan didesain merupakan kapal yang bisa mengangkut muatan kendaraan dan juga penumpang. Seluruh kendaraan direncanakan akan diletakkan di atas geladak utama. Oleh karena itu luasan geladak menjadi faktor penting dalam menentukan jumlah kendaraan yang

bisa dimuat. Berdasarkan desain rencana garis yang telah dibuat, jumlah kendaraan yang mampu dimuat oleh kapal adalah 4 truk, 10 mobil, dan 28 sepeda motor.

F. Kabin Penumpang

Penumpang yang akan diangkut oleh kapal akan dibagi ke dalam dua kelas berbeda yaitu kelas ekonomi (*economic class*), dan kelas VIP (*VIP class*). Yang membedakan dari ketiga kelas tersebut adalah luas ruangan dan juga kapasitas penumpang per ruangan. Untuk kelas ekonomi ukuran ruangan yang digunakan adalah panjang 17.32 m dan lebar 6.4 meter, dengan kapasitas penumpang 56 orang. Sedangkan untuk kelas VIP berukuran panjang 12.24 m dan lebar 6.4 m dengan kapasitas penumpang sebanyak 40 orang. Berikut penyebaran penumpang di tiap-tiap geladak.

G. Radio and Navigation

a. Search And Rescue Radar (SART)

Pada kapal ini rencananya akan dipasang 2 SART di setiap sisi *navigation deck*. Berdasarkan ketentuan SOLAS Reg. III/6, SART harus dibawa saat naik di *lifeboat* ketika dilakukan evakuasi agar radar tetap bisa ditangkap.

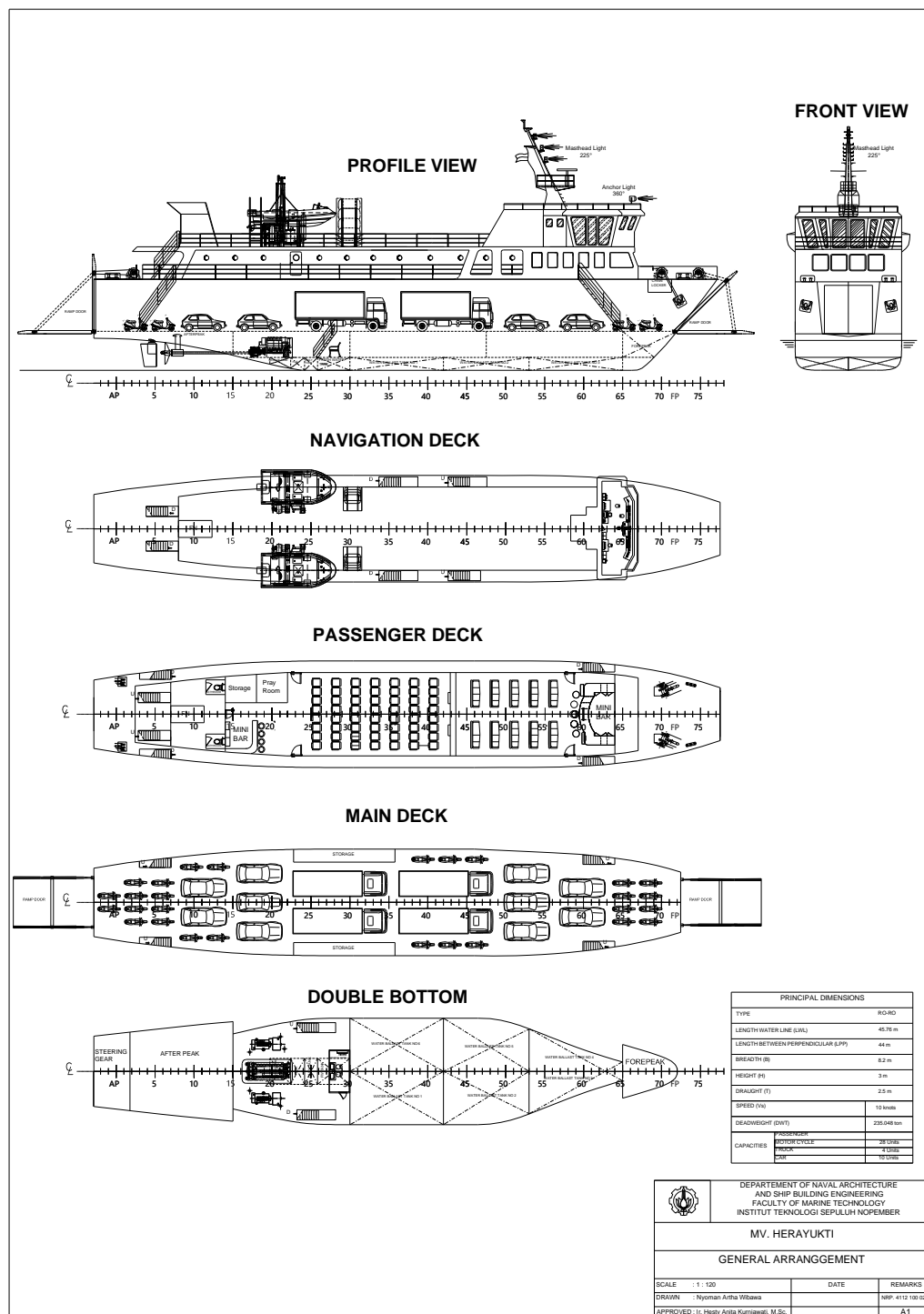
b. Emergency Position Indicating Radio Beacon (EPIRB)

Pada kapal ini rencananya akan dipasang 1 EPIRB pada *navigation deck* dan diletakkan diluar. Frekuensi EPIRB yang digunakan menurut SOLAS Reg. IV/8 adalah 406 MHz, dan tertera juga tanggal akhir masa berlaku atau tanggal terakhir sensor apung.

c. Radio Telephone Apparatus

Berdasarkan ketentuan SOLAS Reg. III/6, Terdapat paling sedikit tiga set radio telephone yang memenuhi standart dan diletakkan di *navigation deck* (2 buah) dan 1 di *engine room*.

Untuk lebih jelasnya *General Arrangement* yang telah di desain dapat dilihat pada Gambar IV.7.



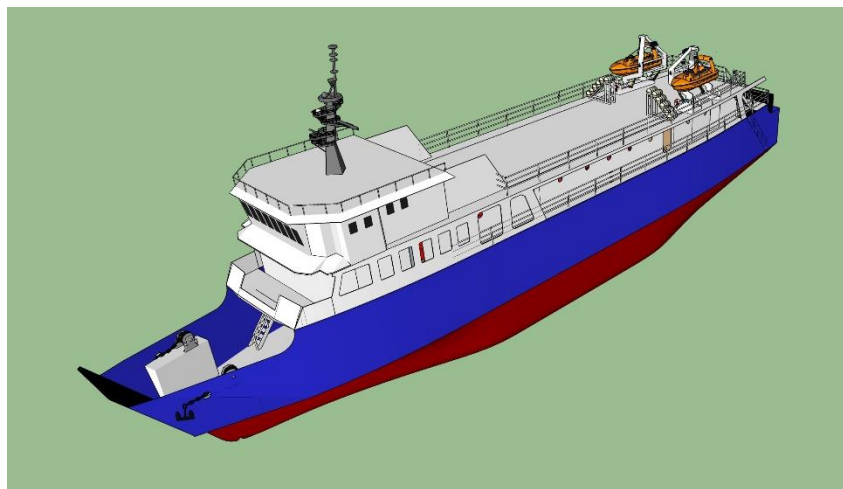
Gambar IV.7 Rencana Umum Yang Telah Didesain

IV.11. Permodelan 3 Dimensi

Setelah mendesain rencana umum, selanjutnya permodelan 3 Dimensi dapat dilakukan dengan memproyeksikan rencana umum yang didesain untuk menjadi acuan desain 3D yang akan dibuat. Dalam pengerjaan permodelan 3D dibantu dengan dua *software* yaitu *Maxsurf* dan *Sketchup* 2014.

Pada tahap awal permodelan lambung menggunakan *software Maxsurf Modeler* dan menggunakan bantuan *sample design* yang sudah tersedia. *Sample design* tersebut diatur sedemikian rupa sehingga memiliki karakteristik yang sama dengan hasil tertentu (memiliki ukuran utama, *displacement*, CB, C_P, dan LCB yang sama). Setelah *sample design* dibuka, langkah selanjutnya adalah menentukan panjang, lebar, dan tinggi dari model yang dibuat. Caranya yaitu dengan mengubah ukuran *surface* pada menu *surface > size surface*.

Pada proses pengerjaan permodelan 3D pada lambung dengan menggunakan *Maxsurf Modeler* ini didapatkan bentuk model *hull*, *main deck*, dan *ramp door*. Kemudian untuk menampilkan bentuk *hull* secara pejal dengan menggunakan menu *rendering* pada *toolbar* yang tersedia. Proses pengerjaan selanjutnya adalah permodelan bangunan atas yaitu dek penumpang dan dek navigasi dan beberapa detail pada bagian *main deck*. Proses ini dikerjakan dengan dibantu *software Sketchup 2014*. Pengerjaan ini dilakukan dengan mengekspor gambar yang telah dibuat pada *software Maxsurf*. Langkah pertama yang dilakukan adalah menyimpan gambar pada *software Maxsurf* menjadi bentuk 3D DXF kemudian meng-*import* permodelan 3D lambung yang telah dibuat sebelumnya pada *software Maxsurf* ke *software Sketchup* (Gambar IV.8).

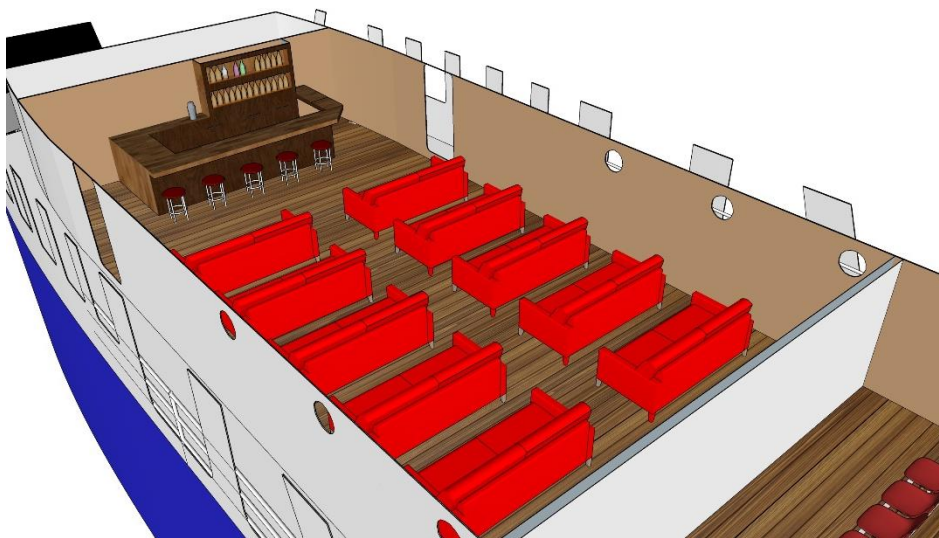


Gambar IV.8 Permodelan 3D dengan Menggunakan *Software Maxsurf*

Setelah permodelan lambung, dek kendaraan, penumpang, dan navigasi dibuat dalam bentuk 3D, maka proses selanjutnya adalah pembuatan interior pada dek penumpang. Penempatan interior seperti kursi penumpang, mini bar, dan lainnya disesuaikan dengan desain rencana umum yang telah dibuat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar IV.9.



Gambar IV.9 Permodelan Interior 3D Pada Dek Penumpang Ekonomi



Gambar IV.10 Permodelan Interior 3D Pada Dek Penumpang VIP

IV.12. Perencanaan *Safety Plan*

Kapal *Ro-Ro* MV. HERAYUKTI, dirancang sebagai kapal pengangkut penumpang, dan kendaraan sehingga standar keselamatan tidak hanya sebatas mempertimbangkan ABK kapal tetapi juga seluruh penumpang kapal. Berikut perencanaan kapal yang telah mempertimbangkan banyaknya penumpang beserta ABK dan ruang akomodasi.

IV.12.1. *Live Saving Appliances*

Berdasarkan *International Maritime Organization* (1988) dalam SOLAS Chapter III, berikut beberapa peralatan keselamatan yang terdapat di kapal.

A. *Lifeboat*

Lifeboat yang digunakan adalah *lifeboat* yang dioperasikan menggunakan *davit* (*davit-operated lifeboats*) dimana *lifeboat* tersebut merupakan *partially enclosed lifeboats*. Jumlah *lifeboats* di

kapal minimal mampu mengangkut 30% dari total orang yang ada di kapal. Kapasitas maksimal yang dapat diangkut adalah sebanyak 25 orang. Dengan jumlah penumpang sebanyak 96 orang beserta ABK 21 orang jumlah *lifeboats* yang digunakan adalah dua kapal di mana diletakkan di *navigation deck* pada bagian *port side* dan *star board side* kapal.

B. Liferaft

Liferaft merupakan salah satu dari jenis *survival craft* yang diwajibkan terdapat di kapal. *Liferafts* ini digunakan untuk mengakomodasi orang yang ada di kapal dengan ketentuan mampu mengakomodasi 25% dari seluruh orang yang ada di kapal. Jenis yang digunakan adalah *inflatable liferaft* dengan kapasitas 20 orang. Jadi jumlah *liferaft* yang digunakan adalah sebanyak empat yang diletakkan di *navigation deck* pada bagian *star board side* sebanyak dua buah dan dua buah pada bagian *port side* kapal.

C. Lifebuoys

Ketentuan jumlah *lifebuoy* untuk kapal penumpang menurut SOLAS Reg. III/22-1. Jumlah *lifebuoys* merupakan fungsi panjang kapal. Dengan panjang kapal (LOA) 48 (masuk di dalam *range* < 30 meter) maka jumlah minimal *lifebuoys* adalah sebanyak 8 buah. Spesifikasi *lifebuoy* berdasarkan LSA Code II/2-1 adalah sebagai berikut:

- a. Memiliki diameter luar tidak lebih dari 800 mm dan diameter dalam tidak kurang dari 400 mm.
- b. Mampu menahan beban tidak kurang dari 14.5 kg dari besi di air selama 24 jam.
- c. Mempunyai massa tidak kurang dari 2.5 kg
- d. Tidak mudah terbakar atau meleleh meskipun terbakar selama 2 detik.

Sedangkan ketentuan untuk jumlah dan peletakan *lifebuoy* menurut SOLAS Reg. III/7-1 adalah:

- a. Didistribusikan di kedua sisi kapal dan di geladak terbuka dengan lebar sampai sisi kapal. Pada sisi belakang kapal (buritan kapal) harus diletakkan 1 buah *lifebuoy*.
- b. Setidaknya satu pelampung diletakkan di setiap sisi kapal dan dilengkapi dengan tali penyelamat.
- c. Tidak kurang dari 1.5 dari jumlah total *lifebuoy* harus dilengkapi dengan pelampung dengan lampu menyala (*lifebuoy self-igniting lights*).
- d. Tidak kurang dari 2 dari jumlah total *lifebuoy* harus dilengkapi dengan *lifebuoy self-activating smoke signal* dan harus mudah diakses dari *Navigation Bridge*.

Berdasarkan ketentuan di atas, berikut tabel IV.34 merupakan perencanaan peletakan *lifebuoys* di masing-masing geladak kapal.

Tabel IV.34 Peletakan *Lifebuoys* di Setiap Geladak Kapal

Jenis <i>Lifebuoy</i>	Jumlah	
	<i>Passenger Deck</i>	<i>Navigation Deck</i>
<i>Lifebuoy</i>	2	2
<i>Lifebuoy with line</i>	2	-
<i>Lifebuoy with self-igniting lights</i>	2	2
<i>Lifebuoy with smoke signal</i>	-	2

D. *Lifejackets*

Ketentuan jumlah dan penempatan *lifejacket* pada kapal penumpang berdasarkan SOLAS Reg. III/7-2 adalah sebagai berikut :

- a. Sebuah *lifejacket* harus tersedia untuk setiap orang di atas kapal, dan dengan ketentuan :
 - Untuk kapal penumpang dengan pelayaran kurang dari 24 jam, jumlah *lifejacket* untuk bayi setidaknya sama dengan 2.5% dari jumlah penumpang.
 - Untuk kapal penumpang dengan pelayaran lebih dari 24 jam, jumlah *lifejacket* untuk bayi harus disediakan untuk setiap bayi di dalam kapal.
 - Jumlah *lifejacket* untuk anak-anak sedikitnya sama dengan 10% dari jumlah penumpang atau boleh lebih banyak sesuai permintaan ketersediaan *lifejacket* untuk setiap anak.
 - Jumlah *lifejacket* yang cukup harus tersedia untuk orang-orang pada saat akan menuju *survival craft*. *Lifejacket* tersedia untuk orang-orang yang berada di *bridge deck*, ruang kontrol mesin, dan tempat awak kawal lainnya.
 - Jika *lifejacket* yang tersedia untuk orang dewasa tidak didesain untuk berat orang lebih dari 140 kg dan lingkar dada mencapai 1.750 mm, jumlah *lifejacket* yang cukup harus tersedia di kapal untuk setiap orang tersebut.
- b. *Lifejacket* harus ditempatkan pada tempat yang mudah diakses dan dengan penunjuk posisi yang jelas..
- c. *Lifejacket* yang digunakan di *totally enclosed lifeboat*, kecuali *free fall lifeboats*, tidak boleh menghalangi akses masuk ke dalam *lifeboat* atau tempat duduk, termasuk pada saat pemasangan sabuk pengaman.

Ketentuan perencanaan peletakan *lifejacket* berdasarkan SOLAS Reg. III/22 adalah sebagai berikut:

- Lifejacket* harus diletakkan di tempat yang mudah dilihat, di geladak atau di *muster stasion*.
- Lifejacket* penumpang diletakkan di ruangan yang terletak langsung diantara area umum dan *muster stasion*. Untuk kapal pelayaran lebih dari 24 jam, *lifejacket* harus diletakkan di area umum, *muster stasion*, atau diantaranya.
- Lifejacket* yang digunakan pada kapal penumpang harus tipe *lifejacket lights*

Dan untuk kriteria ukuran *lifejacket* menurut LSA code II/2.2 dapat dilihat pada tabel IV.35 di bawah ini.

Tabel IV.35 Kriteria Ukuran *Lifejacket*

Ukuran <i>Lifejacket</i>	Balita	Anak-anak	Dewasa
Berat (kg)	< 15	15 - 43	> 43
Tinggi (cm)	< 100	100 - 155	> 155

Tabel IV.36 Perencanaan Jumlah dan Peletakan *Lifejacket*

Jenis <i>Lifejacket</i>	Jumlah	
	<i>Passenger Deck</i>	<i>Below Main Deck</i>
<i>Lifejacket lights</i>	81	15
<i>Childs Lifejacket</i>	9	-

E. *Line Throwing Appliances*

Ketentuan ukuran dan peletakan *line throwing appliances* menurut LSA code VII/7.1 adalah sebagai berikut:

- Mampu melontarkan tali dengan tepat.
- Di dalamnya terdapat minimal 4 proyektil yang masing-masing dapat membawa tali setidaknya 230 meter pada kondisi cuaca yang baik dengan *breaking strength* minimal 2 kN.
- Terdapat instruksi yang jelas di bagian luarnya untuk menjelaskan penggunaan dari *line throwing appliances*.

Berdasarkan ketentuan tersebut maka akan dipasang 2 (dua) *line throwing appliances* pada setiap sisi kapal pada *forecastle deck*. Dikarenakan kapal tanpa *forecastle* maka peralatan ini diletakkan pada *navigation deck*.

F. Muster Station / Assembly Point

Muster station merupakan area untuk berkumpul disaat terjadi bahaya. Rencananya *muster station* akan diletakkan di *navigation deck*. Ketentuan letak *muster station* berdasarkan MSC/Circular.699/II-2 adalah sebagai berikut:

- a. *Muster Station* harus diidentifikasi dengan *muster station symbol*.
- b. Simbol *Muster station* harus diberi ukuran secukupnya dan diletakkan di *muster station* serta dipastikan mudah terlihat.

G. Escape Route

Simbol *escape route* dipasang disetiap lorong kapal, tangga-tangga, dan didesain untuk mengarahkan penumpang kapal menuju *muster station*. Ketentuan peletakan simbol *escape route* berdasarkan MSC/Circular.699/II-2 adalah sebagai berikut:

- a. Simbol arah ke *muster station* atau simbol *escape way* harus disediakan disemua area penumpang, seperti pada tangga, gang atau lorong menuju *muster station*, di tempat-tempat umum yang tidak digunakan sebagai *muster station*, di setiap pintu masuk ruangan dan area yang menghubungkan tempat umum dan disekitar pintu-pintu pada deck terluar yang memberikan akses menuju *muster station*.
- b. Sangat penting bahwa rute menuju ke *muster station* harus ditandai dengan jelas dan tidak diperbolehkan untuk digunakan sebagai tempat meninggalkan barang-barang.
- c. Tanda arah *embarkation station* dari *muster station* ke *embarkation station* harus disediakan.

H. Visual Signal

Visual signal merupakan alat yang digunakan untuk komunikasi darurat ketika dalam keadaan bahaya. Jenis *visual signal* yang rencananya digunakan adalah *rocket parachutes flare* yang dipasang di *navigation deck* dan pada *lifeboat*. Berdasarkan ketentuan LSA code IV/4.1, sebanyak 4 (empat) *rocket parachute flare* harus dipasang di setiap *lifeboat*. Sedangkan menurut SOLAS Reg. III/6 untuk kapal penumpang dan barang lebih dari 300 GT setidaknya 12 *rocket parachute flare* harus dipasang di bagian *navigation deck*.

IV.12.2. Fire Control Equipment

Berdasarkan SOLAS Reg. II/10, pemadam kebakaran diletakkan di tempat-tempat yang terlihat, mudah dijangkau dengan cepat dan mudah kapanpun atau saat dibutuhkan. Sedangkan menurut MSC 911/7, lokasi alat pemadam kebakaran portabel berdasarkan kesesuaian kebutuhan dan kapasitas. Alat pemadam kebakaran untuk kategori ruang khusus harus cocok

untuk kebakaran kelas A dan B. Peralatan pemadam kebakaran yang dipasang pada kapal ini antara lain sebagai berikut:

1. *Fire hose reel with spray jet nozzle & hydrant*

Untuk kapal yang mengangkut lebih dari 36 penumpang *fire hoses* harus terhubung ke *hydrant*. Menurut SOLAS Reg. II/10-2, Panjang *fire hoses* minimal adalah 10 m, tetapi tidak lebih dari 15 m di kamar mesin, 20 m di geladak terbuka, dan 25 m di geladak terbuka untuk kapal dengan lebar mencapai 30 m.

2. *Fixed CO₂ fire system*

Menurut SOLAS Reg. II/10-5, *fixed CO₂ fire system* digunakan untuk sistem pemadam kebakaran di kamar mesin atau untuk kebakaran kategori A, dimana terdapat kandungan minyak atau bahan bakar. *Fixed CO₂ fire system* diletakkan di sebuah ruangan di geladak utama.

3. *Sprinkler*

Menurut ketentuan SOLAS Reg. II/10-6, untuk kapal penumpang yang mengangkut lebih dari 36 penumpang harus dilengkapi dengan sistem *sprinkler* otomatis untuk area yang memiliki resiko kebakaran besar, misalnya seperti di *passenger deck*.

4. *Portable co₂ fire extinguisher*

Digunakan untuk memadamkan kebakaran di area yang terdapat banyak sistem kelistrikan atau mengandung minyak dan bahan bakar lainnya.

5. *Portable foam extinguisher*

Digunakan untuk memadamkan kebakaran di kamar mesin.

6. *Portable dry powder extinguisher*

Digunakan untuk memadamkan kebakaran tipe A,B, dan C, sehingga diletakkan di area umum seperti geladak penumpang dan geladak akomodasi lainnya.

Sedangkan alat pendeteksi kebakaran yang harus dipasang berdasarkan ketentuan HSC Code VII/7 antara lain sebagai berikut:

1. *Bell fire alarm*

Bell fire alarm diletakkan di setiap geladak di kapal.

2. *Push button for fire alarm*

Push button for general alarm ini digunakan atau ditekan apabila terjadi tanda bahaya yang disebabkan apa saja dan membutuhkan peringatan menyeluruh pada kapal secepat mungkin.

3. *Heat detector*

Heat Detector dipasang pada seluruh tangga, koridor dan jalan keluar pada ruangan akomodasi.

4. *CO₂ alarm*

Berfungsi jika terdapat kontaminasi karbon dioksida berlebih pada satu ruangan / bagian kapal.

5. *Fire alarm panel*

Control Panel harus diletakkan pada ruangan atau pada *main fire control station*.

IV.13. Stabilitas

Pemeriksaan kondisi stabilitas dilakukan untuk mengetahui karakteristik kapal pada beberapa kondisi, antara lain pada saat kondisi oleng atau trim akibat kondisi pemuatan dan pengaruh faktor dari luar seperti gelombang, angin, dan sebagainya. Tetapi analisis keseimbangan ini hanya mencakup kondisi oleng dan trim akibat pemuatan. Ketika beroperasi, kapal tidak hanya beroperasi dalam satu kondisi pemuatan saja, tetapi tentunya ada kondisi dimana kapal dalam kondisi muatan penuh atau kosong. Dan setiap kondisi pemuatan akan mengakibatkan karakteristik keseimbangan yang berbeda.

Stabilitas merupakan salah satu kriteria yang harus dipenuhi pada proses desain kapal. Analisis stabilitas digunakan untuk mengetahui keseimbangan kapal secara melintang atau oleng pada beberapa kriteria kondisi pemuatan (*loadcase*). Kriteria stabilitas yang digunakan adalah kriteria stabilitas untuk kapal jenis umum dan kapal penumpang yang mengacu pada *Intact Stability (IS) Code* Reg. III/3.1. Kriteria tersebut antara lain sebagai berikut :

- a. Luas area di bawah kurva lengan pengembali (*GZ curve*) antara sudut 0° – 30° tidak boleh kurang dari 0,055 m.rad atau 3,151 m.deg.
- b. Luas area di bawah kurva lengan pengembali (*GZ curve*) antara sudut 0° – 40° tidak boleh kurang dari 0,090 m.rad atau 5,157 m.deg.
- c. Luas area di bawah kurva lengan pengembali (*GZ curve*) antara sudut 30° – 40° atau antara sudut *downflooding* (θ_f) dan 30° jika nilai GZ maksimum tidak mencapai 40° , tidak boleh kurang dari 0,030 m.rad atau 1,719 m.deg.
- d. Lengan pengembali GZ pada sudut oleh sama dengan atau lebih dari 30° minimal 0,200 m.
- e. Lengan pengembali maksimum terjadi pada kondisi oleng sebaiknya mencapai 30° atau lebih, tetapi tidak kurang dari 25° .
- f. Tinggi titik metacenter awal (GM₀) tidak boleh kurang dari 0,15 m.

- g. Untuk kapal penumpang, sudut oleng pada perhitungan kondisi penumpang berkelompok pada satu sisi kapal tidak boleh lebih dari 10°. Berat standar setiap penumpang adalah 75 kg, atau boleh kurang tetapi tidak boleh kurang dari 60 kg.
- h. Untuk kapal penumpang, sudut oleng pada perhitungan kondisi kapal berbelok (*turning*) tidak boleh lebih dari 10°.

Stabilitas kapal dapat dianalisis menggunakan *software Maxsurf Stability Advanced*. Proses analisis stabilitas ini didasari dari kriteria *Intact Stability Code* yang telah dijelaskan pada Bab II. Berikut langkah pengerjaan dalam menganalisis stabilitas kapal yang dibantu dengan *software Maxsurf Stability Advanced*.

1. Desain yang akan dianalisis adalah desain rencana garis yang telah dibuat sebelumnya.
2. Dilakukan pembuatan ruangan terutama tangki-tangki yang ada di kapal. Dalam proses ini digunakan perintah *room definition* dan dianalisis menggunakan metode *tank calibration*. Proses analisis ini dilakukan agar kondisi tiap tangki (ukuran dan titik berat tangki) tetap di setiap *load case* yang akan dibuat (Tabel IV.37).

Tabel IV.37 Pembagian Tangki

	Name	Type	Intact Perm. %	Damaged Perm. %	Specific gravity	Fluid type	Boundary Surfaces	Aft m	Fore m	F.Port m	F.Stbd. m	F.Top m	F.Bott. m
1	After Peak Tank	Tank	100	100	1.025	Sea Water	none	-1.72	9	-1.5	1.5	1.7	1.15
2	Sewage Tank	Tank	100	100	1	Fresh Water	none	11.84	13.43	-1.5	1.5	1	0.15
3	FOT	Tank	100	100	0.9443	Fuel Oil	none	13.43	14.51	-1.5	1.5	1	0
4	Daily Tank	Tank	100	100	0.92	Lube Oil	none	14.51	15.5	-1.5	1.5	1	0
5	FW Tank	Tank	100	100	1	Fresh Water	none	15.5	18	-1.5	1.5	1	0
6	BW Tank 1	Tank	100	100	1.025	Sea Water	none	18	25.2	-2	2	1	0
7	BW Tank 2	Tank	100	100	1.025	Sea Water	none	25.2	31.8	-2	2	1	0
8	BW Tank 3	Tank	100	100	1.025	Sea Water	none	31.8	39	-0.73	0.73	1	0
9	FP Tank	Tank	100	100	1.025	Sea Water	none	39	43.21	-0.87	0.87	3	1

3. *Load case* yang akan dianalisis sesuai dengan kriteria *Intact Stability Code* yang tertera pada BAB II.

Tabel IV.38 Contoh *Load Case* untuk *Departure Condition*

	Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m³	Total Volume m³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	362.138	362.138			19.028	0.000	2.000	0.000	User Specifi
2	After Peak Tan	0%	28.725	0.000	28.024	0.000	2.163	0.000	1.150	0.000	IMO A.749(
3	Sewage Tank	0%	3.291	0.000	3.291	0.000	13.421	0.000	0.150	0.000	IMO A.749(
4	FOT	100%	2.825	2.825	2.992	2.992	13.984	0.000	0.537	0.000	IMO A.749(
5	Daily Tank	100%	2.709	2.709	2.945	2.945	15.006	0.000	0.504	0.000	IMO A.749(
6	FW Tank	100%	7.483	7.483	7.483	7.483	16.750	0.000	0.501	0.000	IMO A.749(
7	BW Tank 1	0%	29.453	0.000	28.735	0.000	18.041	0.000	0.002	0.000	IMO A.749(
8	BW Tank 2	0%	26.999	0.000	26.341	0.000	25.237	0.000	0.000	0.000	IMO A.749(
9	BW Tank 3	0%	20.111	0.000	19.621	0.000	31.841	0.000	0.000	0.000	IMO A.749(
10	FP Tank	0%	17.736	0.000	17.304	0.000	39.024	0.000	1.000	0.000	IMO A.749(
11	Pass deck eco	56	0.075	4.200			19.330	0.000	0.850	0.000	User Specifi
12	Pass deck VIP	40	0.075	3.000			30.650	0.000	0.850	0.000	User Specifi
13	Truck	4	40.000	160.000			21.310	0.000	1.500	0.000	User Specifi
14	Car 1	2	5.000	10.000			6.740	0.000	0.750	0.000	User Specifi
15	Car 2	3	5.000	15.000			10.800	0.000	0.750	0.000	User Specifi
16	Car 3	3	5.000	15.000			31.610	0.000	0.750	0.000	User Specifi
17	Car 4	2	5.000	10.000			35.830	0.000	0.750	0.000	User Specifi
18	Motor 1	6	0.200	1.200			1.530	0.000	0.500	0.000	User Specifi
19	Motor 2	8	0.200	1.600			3.600	0.000	0.500	0.000	User Specifi
20	Motor 3	8	0.200	1.600			39.100	0.000	0.500	0.000	User Specifi
21	Motor 4	6	0.200	1.200			41.130	0.000	0.500	0.000	User Specifi
22	Total Loadca			597.956	136.736	13.420	19.835	0.000	1.701	0.000	
23	FS correction								0.000		
24	VCG fluid								1.701		

4. Setelah *load case* selesai dibuat, langkah terakhir adalah proses analisis. Proses analisis ini didasari dari kriteria *Intact Stability Code* baik itu pada lengan GZ pada sudut 0°-30°, lengan GZ pada sudut 0°-40°, lengan GZ pada sudut 30°-40°, nilai GZ maksimum dan sebagainya. Berikut pada Tabel IV.36 merupakan contoh analisis pada *loadcase 1*. Pada analisis ini satuan yang digunakan adalah *m.degree*.

Tabel IV.39 Analisis Stabilitas pada *Loadcase 1*

	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
1	A.749(18) C	3.1.2.1: Area 0 to 30				Pass	
2		from the greater of					
3		spec. heel angle	0.0	deg	0.0		
4		to the lesser of					
5		spec. heel angle	30.0	deg	30.0		
6		angle of vanishing stability	86.8	deg			
7		shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	9.6177	Pass	+205.20
8							
9	A.749(18) C	3.1.2.1: Area 0 to 40				Pass	
10		from the greater of					
11		spec. heel angle	0.0	deg	0.0		
12		to the lesser of					
13		spec. heel angle	40.0	deg	40.0		
14		first downflooding angle	n/a	deg			
15		angle of vanishing stability	86.8	deg			
16		shall not be less than (\geq)	5.1566	m.deg	14.0461	Pass	+172.39
17							
18	A.749(18) C	3.1.2.1: Area 30 to 40				Pass	
19		from the greater of					
20		spec. heel angle	30.0	deg	30.0		
21		to the lesser of					
22		spec. heel angle	40.0	deg	40.0		
23		first downflooding angle	n/a	deg			
24		angle of vanishing stability	86.8	deg			
25		shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	4.4284	Pass	+157.63
26							

Tabel di atas merupakan hasil analisis lengan GZ pada sudut 0°-30°, lengan GZ pada sudut 0°-40°, dan lengan GZ pada sudut 30°-40°. Kata “*value*” pada gambar di atas merupakan nilai yang diijinkan dalam *Intact Stability Code*. Kata “*actual*” pada gambar di atas merupakan nilai stabilitas yang dihasilkan oleh kapal sesuai dengan *load case* yang dibuat. Kata “*pass*” yang terdapat di tabel diatas mengindikasikan nilai yang dihasilkan telah memenuhi kriteria yang diijinkan.

5. Setelah semua *load case* dianalisis, seluruh nilai direkap menjadi satu untuk memastikan semua kriteria telah terpenuhi untuk tiap-tiap *load case*.

Kriteria kondisi pemuatan (*loadcase*) yang digunakan pada perhitungan ini mengacu pada *Intact Stability (IS) Code* Ch. III/3.5. Kapal *Ro-Ro* ini merupakan tipe kapal yang mengangkut kendaraan beserta muatannya dan penumpang. Sehingga kondisi pemuatannya sama dengan kapal penumpang barang. Kondisi muatan untuk kapal *Ro-Ro* ini adalah sebagai berikut :

1. *Loadcase 1* : Kapal pada kondisi keberangkatan dengan muatan kendaraan penuh, bahan bakar penuh, dan jumlah penumpang penuh.
2. *Loadcase 2* : Kapal pada kondisi keberangkatan dengan muatan kendaraan penuh, jumlah penumpang penuh, namun bahan bakar sisa 50%.
3. *Loadcase 3* : Kapal pada kondisi perjalanan dengan muatan kendaraan penuh, jumlah penumpang penuh, tetapi bahan bakar sisa 10%.
4. *Loadcase 4* : Kapal pada kondisi dengan muatan kendaraan 60% , jumlah penumpang 60%, dan bahan bakar penuh.
5. *Loadcase 5* : Kapal pada kondisi dengan muatan kendaraan 60% , jumlah penumpang 60%, dan bahan bakar sisa 50%.
6. *Loadcase 6* : Kapal pada kondisi dengan muatan kendaraan 60% , jumlah penumpang 60%, dan bahan bakar sisa 10%.

Berikut Tabel di bawah merupakan hasil rekap stabilitas dari *Loadcase 1* sampai *Loadcase 6*:

Tabel IV.40 Hasil Analisis Stabilitas untuk LC1 - LC3

IS Criteria	Diizinkan	Ketentuan	Nilai					
			LC1	Status	LC2	Status	LC3	Status
e 0 - 30°	3.151	≥	10.357	Acc	8.207	Acc	7.3757	Acc
e 0 - 40°	5.157	≥	14.967	Acc	11.619	Acc	10.337	Acc
e 30 - 40°	1.719	≥	4.609	Acc	3.412	Acc	2.9611	Acc
GZ 30°	0.2	≥	0.47	Acc	0.349	Acc	0.303	Acc
Θ Max	25	≥	29.1	Acc	28.2	Acc	28.2	Acc
GM°	0.15	≥	1.925	Acc	1.756	Acc	1.788	Acc
Pass Crowd	10	≤	0	Acc	0	Acc	0	Acc
Turning Angle	10	≤	0	Acc	0	Acc	0	Acc

Tabel IV.41 Hasil Analisis Stabilitas untuk LC4 - LC6

IS Criteria	Diizinkan	Ketentuan	Nilai					
			LC4	Status	LC5	Status	LC6	Status
e 0 - 30°	3.151	≥	10.526	Acc	11.066	Acc	10.558	Acc
e 0 - 40°	5.157	≥	15.496	Acc	16.475	Acc	15.557	Acc
e 30 - 40°	1.719	≥	4.97	Acc	5.408	Acc	4.998	Acc
GZ 30°	0.2	≥	0.502	Acc	0.548	Acc	0.506	Acc
Θ Max	25	≥	30.9	Acc	30.9	Acc	30.9	Acc
GM°	0.15	≥	1.76	Acc	1.74	Acc	1.752	Acc
Pass Crowd	10	≤	0	Acc	0	Acc	0	Acc
Turning Angle	10	≤	0	Acc	0	Acc	0	Acc

IV.14. Trim

Stabilitas merupakan kondisi keseimbangan kapal secara melintang, sedangkan trim merupakan kondisi keseimbangan kapal secara memanjang. Trim terjadi karena perbedaan letak titik B dan titik G kapal atau titik berat kapal keseluruhan secara memanjang tidak sama dengan titik berat kapal yang tercelup air, sehingga menyebabkan perbedaan sarat pada bagian depan dan belakang kapal. Trim merupakan kondisi yang pasti terjadi, karena perubahan kondisi pemuatan secara otomatis pasti mengakibatkan perubahan letak titik berat kapal. *Trim* adalah perbedaan tinggi sarat kapal antara sarat depan dan belakang. Sedangkan *even keel* merupakan kondisi di mana sarat belakang Tb dan sarat depan Ta adalah sama. *Trim* terbagi dua yaitu :

1. *Trim* haluan
2. *Trim* buritan

Berdasarkan *International Maritime Organization* (2001) dalam SOLAS Reg II/1 *part B regulation 22* menyatakan batasan trim yang diijinkan adalah $\pm 1\%$ Lpp. Berikut hasil analisis trim yang telah dikerjakan. Apabila perhitungan tidak memenuhi syarat, maka dapat diperbaiki dengan cara menggeser letak tangki-tangki yang telah direncanakan sebelumnya pada gambar rencana umum awal atau mengubah volume tangki-tangki pada *loadcase stability*. Tabel IV.42 merupakan hasil kondisi *trim* pada setiap *loadcase*.

Tabel IV.42 Kondisi Trim Pada Setiap *Loadcase*

No	Kondisi	Batasan	Nilai	Status
1	Loadcase 1	0.44	0.308	Diterima
2	Loadcase 2	0.44	0.353	Diterima
3	Loadcase 3	0.44	0.215	Diterima
4	Loadcase 4	0.44	0.285	Diterima
5	Loadcase 5	0.44	0.311	Diterima
6	Loadcase 6	0.44	0.346	Diterima

IV.15. Tonase Kapal

Berdasarkan *International Maritime Organization* (1983) dalam *International Conference on Tonnage Measurement of Ships 1969* nilai tonase kapal dibedakan menjadi GT dan NT. Berikut Tabel di bawah merupakan hasil GT dan NT yang telah dikerjakan.

Tabel IV.43 Hasil Perhitungan GT

GT		
Persamaan	Persamaan II. 20	
Nilai K_1	0.267	
Nilai V	2,228.405	m ³
GT	595.895	GT

Tabel IV.44 Hasil Perhitungan NT

NT		
Persamaan	Persamaan II. 21	
Nilai K_2	0.269	
Nilai V_R	2,674.911	m^3
Nilai K_3	1.267	
Nilai N_1	96	Penumpang
Nilai N_2	0	Penumpang
NT	996.913	

IV.16. Pintu Rampa (*Ramp Door*)

Sesuai dengan ketentuan Peraturan Menteri Perhubungan No. 80 tentang standar minimum angkutan penyeberangan, dimana pada angkutan penyeberangan jalur akses keluar dan masuk kendaraan harus melewati pintu rampa (*ramp door*) yang berbeda. Kapal *Ro-Ro* yang akan didesain ini memiliki *ramp door* pada bagian depan dan belakang kapal sebagai akses keluar masuknya kendaraan. *Ramp door* yang disesain memiliki ukuran yang berbeda antara *ramp door* bagian depan dan bagian belakang kapal. *Ramp door* depan memiliki ukuran lebar 3.5 m dengan panjang 5 m, sedangkan *ramp door* bagian belakang memiliki lebar 4 m dengan panjang 5 meter. Total berat *ramp door* bagian depan dan belakang adalah sebesar 30.4 ton.

IV.16.1. Cara Kerja *Ramp Door*

Ramp door harus bisa membuka pada saat proses bongkar muat dan menutup pada saat kapal berlayar. Sistem buka dan tutup *ramp door* pada kapal ini menggunakan sistem mekanik dengan bantuan *windlass*, karena tidak memungkinkan berat *ramp door* yang mencapai 30.4 ton menggunakan cara manual untuk membuka atau menutup. Agar *ramp door* bisa membuka atau menutup ketika dibutuhkan maka dilengkapi peralatan pendukung tambahan, antara lain sebagai berikut :

1. *Chain Block*

Rantai yang digunakan untuk menarik atau membuka *ramp door*. Jadi rantai ini terhubung pada *ramp door*, tiang penyangga (*stanchion*) *ramp door*, dan *windlass* melalui pelat gantung (*hanger*).

2. *Safety Wire Rope* dan *Stopper*

Tali kawat pengaman yang digunakan untuk pengaman *ramp door* dan sebagai pengganti fungsi *chain block* untuk menahan *ramp door* saat posisi tertutup. Jadi digunakan sebagai pengaman terhadap hentakan gelombang agar *ramp door* tidak terbuka pada saat posisi menutup.

3. *Shackle*

Digunakan sebagai sambungan antara *chain block* dan *hanger*, antara *wire rope* dengan *hanger*, dan sebagainya.

Adapun proses penutupan dan membuka *ramp door* adalah sebagai berikut:

1. Proses penutupan *ramp door*

Pada konstruksi *ramp door* terdapat engsel yang menghubungkan *ramp door* dan badan kapal, sehingga mempermudah pada saat proses buka atau tutup *ramp door*. Pada saat posisi *ramp door* menutup, *windlass* dioperasikan untuk menarik *chain block* sehingga *ramp door* akan naik atau menutup. Setelah *ramp door* menutup, *stopper* yang terhubung pada *hanger* dan tiang penyangga *ramp door* akan membuat *ramp door* tidak dapat bergerak sama sekali. Tetapi meskipun terdapat *stopper*, pada saat posisi tertutup *chain block* dan *safety wire rope* harus tetap terpasang.

2. Proses membuka *ramp door*

Untuk membuka atau menurunkan *ramp door* dari posisi tertutup dilakukan dengan cara mengencangkan *chain block*, kemudian *stopper* dan *safety wire rope* dilepaskan dari ikatannya dengan *ramp door*. *Ramp door* dapat langsung dibukakan dengan cara mengulur rantai *chain block* sehingga kendur.

BAB V ANALISIS EKONOMIS

V.1. Perhitungan Estimasi Biaya Pembangunan Kapal

Dalam analisis ekonomis ini yang dibahas adalah biaya pembangunan kapal, dan perhitungan estimasi *Break Even Point* (BEP). Dalam menghitung biaya pembangunan kapal, yang dijadikan acuan adalah berat baja total dan harga plat baja di pasaran. Berdasarkan data dari PT. Nicon Steel harga baja per tanggal 1 Juni 2017 adalah sebesar US\$ 714/ton. Dengan harga baja tersebut berikut merupakan hasil perhitungan biaya pembangunan kapal yang telah dikerjakan dengan mengacu pada pedoman perkiraan biaya dari Direktorat Pengolahan PERTAMINA:

Tabel V.1 Biaya Pembangunan Kapal

Cost	Detail	%	\$
DIRECT COST	1. Hull Part		
	1.a. Steel plate and profile	21.00	\$198,512.40
	1.b. Hull outfit, deck machinery and accommodation	7.00	\$66,170.80
	1.c. Piping, valves and fittings	2.50	\$23,632.43
	1.d. Paint and cathodic protection/ICCP	2.00	\$18,905.94
	1.e. Coating (BWT only)	1.50	\$14,179.46
	1.f. Fire fighting, life saving and safety equipment	1.00	\$9,452.97
	1.g. Hull spare part, tool, and inventory	0.30	\$2,835.89
	Subtotal (1)	35.30	\$333,689.89
	2. Machinery Part		
	2.a. Propulsion system and accessories	12.00	\$113,435.66
	2.b. Auxiliary diesel engine and accessories	3.50	\$33,085.40
	2.c. Boiler and Heater	1.00	\$9,452.97
	2.d. Other machinery in in E/R	3.50	\$33,085.40
	2.e. Pipe, valves, and fitting	2.50	\$23,632.43
	2.f. Machinery spare part and tool	0.50	\$4,726.49

	Subtotal (2)	23.00	\$217,418.34
	3. Electric Part		
	3.a. Electric power source and accessories	3.00	\$28,358.91
	3.b. Lighting equipment	1.50	\$14,179.46
	3.c. Radio and navigation equipment	2.50	\$23,632.43
	3.d. Cable and equipment	1.00	\$9,452.97
	3.e. Electric spare part and tool	0.20	\$1,890.59
	Subtotal (3)	8.20	\$77,514.37
	4. Construction cost		
	Consumable material, rental equipment and labor	20.00	\$189,059.43
	Subtotal (4)	20.00	\$189,059.43
	5. Launching and testing		
	Subtotal (5)	1.00	\$9,452.97
	6. Inspection, survey and certification		
	Subtotal (6)	1.00	\$9,452.97
	TOTAL I (sub 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)	88.50	\$836,587.97
INDIRECT COST	7. Design cost	3.00	\$28,358.91
	8. Insurance cost	1.00	\$9,452.97
	9. Freight cost, import duties, IDC, Q/A, guarantee engineer, handling fee, guarantee & warranty cost.	2.50	\$23,632.43
	TOTAL II (sub 7+ 8 + 9)	6.50	\$61,444.31
MARGIN	TOTAL III	5.00	\$47,264.86
GRAND TOTAL (I + II + III)		100.00	\$945,297.14

Total Cost in IDR Calculation:

Bank Indonesia (1 Juni 2017) 13.10 WIB – JUAL

1 USD = Rp. 13,388.00

Jadi, Total Biaya Pembangunan Kapal = **Rp. 12,655,638,149.00**

V.2. Perhitungan *Break Even Point* (BEP)

Dalam ilmu ekonomi, terutama akuntansi biaya, titik impas (*break even point*) adalah sebuah titik dimana biaya atau pengeluaran dan pendapatan adalah seimbang sehingga tidak terdapat kerugian atau keuntungan.

V.2.1. Biaya Operasional

Biaya operasional merupakan biaya yang harus dikeluarkan *owner* kapal secara rutin. Pada Tugas Akhir ini, perhitungan biaya operasional ditentukan untuk biaya rutin yang harus dikeluarkan *owner* kapal setiap tahun. Beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya biaya operasional di antaranya biaya gaji kru kapal, cicilan pinjaman bank, biaya bahan bakar dan *fresh water*, biaya perawatan, biaya asuransi, dan biaya *port charges*. Untuk lebih jelasnya, nominal biaya operasional KMP Herayukti dapat dilihat pada Tabel V.2 di bawah ini.

Tabel V.2 Biaya Operasional Kapal

Pinjaman Bank		
Biaya	Nilai	Unit
<i>Building Cost</i>	12,655,638,149	Rp
Pinjaman dari Bank	65%	
Pinjaman	8,226,164,797	Rp
Bunga Bank	13.5%	Per tahun
Nilai Bunga Bank	1,110,532,248	Per tahun
Masa Pinjaman	4	Tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	1	Per Tahun
Nilai Cicilan Pinjaman	3,167,073,447	Rp
Biaya Perawatan		
<i>Diasumsikan 5% total dari building cost</i>		
Total <i>maintenance cost</i>	Rp 632,781,907	per tahun
Gaji Komplemen Kapal		
Jumlah komplemen kapal	21	orang
Gaji komplemen kapal per bulan	Rp 4,000,000	per orang
Gaji komplemen kapal per tahun	Rp 48,000,000	per orang
Gaji Total Komplemen	Rp 1,008,000,000	
Bahan Bakar Diesel		
Asumsi Operasional Diesel	2.5	jam/hari
Kebutuhan Bahan Bakar	17.00	liter/jam
Harga bahan bakar	Rp 5,150	per liter
Harga bahan bakar	Rp 218,875.00	per hari
Harga bahan bakar	Rp 6,566,250	per bulan
Harga bahan bakar	Rp 78,795,000.00	per tahun

Biaya Perawatan		
<i>Diasumsikan 40% dari total keuntungan kotor (Watson, 1998)</i>		
Total maintenance cost	Rp 4,572,057,600	per tahun
Biaya Asuransi		
<i>Diasumsikan 2% total dari total keuntungan kotor (Watson, 1998)</i>		
Total maintenance cost	Rp 228,602,880	per tahun
Fresh Water		
Konsumsi Air Tawar	674	liter/tahun
Harga Air Tawar	560.00	/liter
Total biaya air tawar	Rp 377,440	/tahun
Port Charges		
GT kapal	595	GT
Pelabuhan Benoa		
1. Biaya labuh	Rp 3,284	/call
2. Biaya Tambat	Rp 2,107	/call
3. Biaya Pandu Variabel	Rp 16,657	/call
Total Biaya	Rp 22,048	/call
Pelabuhan Nusa Penida		
1. Biaya labuh	Rp 3,284	/call
2. Biaya Tambat	Rp 2,107	/call
3. Biaya Pandu Variabel	Rp 16,657	/call
Total Biaya	Rp 22,048	/call
Total (Benoa – Nusa Penida)	Rp 44,097	/RTD
	Rp 174,622,418	/tahun
OPERATIONAL COST		
Biaya	Nilai	Masa
Cicilan Pinjaman	Rp 3,167,073,447	per tahun
Biaya Perawatan	Rp 4,572,057,600	per tahun
Biaya Asuransi	Rp 228,602,880	per tahun
<i>Fresh Water</i>	Rp 377,440	per tahun
<i>Port Charges</i>	Rp 174,622,418	per tahun
Gaji Komplemen	Rp 1,008,000,000	per tahun
Bahan Bakar Diesel	Rp 78,795,000	per tahun
Total	Rp 9,229,528,785	per tahun

Dari Tabel V.2 dapat disimpulkan bahwa total pengeluaran setiap tahun untuk biaya operasional kapal adalah sebesar **Rp 9,229,528,785..**

V.2.2. Perencanaan *Trip* Kapal

KMP Herayukti direncanakan melakukan *trip* sebanyak 2 kali dalam sehari. Sementara itu, sama halnya dengan jalur penyeberangan lain, berdasarkan data yang didapat dari jalur penyeberangan dari Pelabuhan Padangbai menuju Pelabuhan Nusa Penida tidak sepanjang

tahun dibanjiri pengguna jasa penyeberangan. Ada kalanya pengguna jasa penyeberangan mengalami *high seasons* yakni pada bulan Juli dan Agustus, dan *normal seasons* pada bulan selain Juli dan Agustus. Jika pada *normal seasons* KMP Herayukti melakukan *trip* sebanyak 2 kali sehari, pada *peak seasons* KMP Herayukti melakukan trip lebih banyak yaitu sebanyak 3 kali dalam sehari. Berikut merupakan jumlah trip KMP Herayukti dalam satu tahun dapat dilihat pada Tabel V.3 di bawah ini.

Tabel V.3 Jumlah Trip KMP Herayukti

Perencanaan <i>Trip</i>			
Bulan	Trip per Hari	Jumlah Hari	Trip per Bulan
Januari	2	31	62
Februari	2	28	56
Maret	2	31	62
April	2	30	60
Mei	2	31	62
Juni	2	30	60
Juli	3	31	93
Agustus	3	31	93
September	2	30	60
Oktober	2	31	62
November	2	30	60
Desember	2	31	62
Perencanaan <i>Trip</i> dalam 1 Tahun			792

V.2.3. Penentuan Harga Tiket

Penentuan harga tiket kapal mengacu pada tiket penyeberangan dari Pelabuhan Padangbai menuju Pelabuhan Nusa Penida yang sudah beroperasi, kecuali untuk tiket kendaraan mobil dan truk tidak disesuaikan dengan tarif penyeberangan yang sudah ditentukan. Adapun besar tarif penyeberangan dari Pelabuhan Padangbai menuju Pelabuhan Nusa Penida bisa dilihat pada gambar V.1. Sedangkan perencanaan harga tiket KMP HERAYUKTI dapat dilihat pada Tabel V.9.

**BESARAN TARIP PENYEBERANGAN
LINTAS : PADANGBAI - NUSA PENIDA
BERLAKU MULAI TGL 15 MEI 2017**

Sesuai :
1. PERGUB BALI NOMOR 10 TANGGAL 05 MARET 2014
2. KD 88/OP.404/ASDP/ASDP-2017 Tanggal 2 MEI 2017
3. SURAT PT JASARAHARJA PUTERA TK/R/247/IX/2014

JENIS TIKET	TARIP LAMA	TARIP BARU
<u>PENUMPANG :</u>		
- Ek. Dewasa	31,000	31,000
- Ek. Anak	26,000	26,000
<u>KENDARAAN :</u>		
- Golongan I	17,500	17,500
- Golongan II	48,000	50,000
- Golongan III	50,000	50,000
- Golongan IV Pnp	290,000	295,000
- Golongan IV Brg	210,000	215,000
- Golongan V Pnp	485,000	497,000
- Golongan V Brg	370,000	380,000
- Golongan VI Pnp	831,500	845,500
- Golongan VI Brg	596,000	609,000
- Golongan VII Brg	960,000	977,000
- Golongan VIII	1,712,000	1,732,000

Gambar V.1 Tarif Penyeberangan Lintas Padangbai – Nusa Penida
Sumber: ASDP Cabang Padangbai

Tabel V.4 Perencanaan Harga Tiket

Perencanaan Harga Tiket 1 Kali Trip			
Muatan	Jumlah	Harga Tiket	Pendapatan
Penumpang Ekonomi	56	Rp 31,000	Rp 1,736,000
Penumpang VIP	40	Rp 50,000	Rp 2,000,000
Motor	28	Rp 17,500	Rp 490,000
Mobil	10	Rp 175,000	Rp 1,750,000
Truk	4	Rp 310,000	Rp 1,240,000
Total Pendapatan 1 kali Trip			Rp 14,432,000
Total Pendapatan 1 Tahun			Rp 11,430,144,000

V.2.4. Estimasi Keuntungan Bersih

Setelah melakukan perhitungan biaya operasional dan perencanaan jumlah *trip* dalam satu tahun serta menentukan harga tiket, maka didapatkan estimasi keuntungan bersih yang terangkum dalam Tabel V.5 berikut ini.

Tabel V.5 Estimasi Keuntungan Bersih

Item	Nominal
Biaya Investasi	Rp 12,655,638,148.57
Modal Bank 65% (Bank Mandiri)	Rp 8,226,164,796.57
Hutang perbulan bunga 13.5%	Rp 18,508,870.79
Keuntungan kotor	Rp 11,430,144,000.00
Biaya Operasional	Rp 9,229,528,785.17
Biaya Tak terduga 5 %	Rp 571,507,200.00
Pajak penghasilan Usaha 8%	Rp 914,411,520.00
Keuntungan Bersih	Rp 696,187,624.04

Dari Tabel V. 5 dapat dilihat bahwa keuntungan bersih yang didapat selama satu tahun diestimasikan sebesar Rp. 696,187,624.04 Modal bank yang digunakan berasal dari bank Mandiri sebesar 65% dengan bunga hutang perbulan 13.5%.

V.2.5. Perhitungan *Break Even Point* (BEP)

Berdasarkan perhitungan pada sub Bab V.1 didapatkan biaya estimasi pembangunan kapal sebesar Rp. 12,655,638,149 dan pada sub Bab V.2.4 didapat estimasi keuntungan bersih dalam satu tahun yaitu Rp. 696,187,624.04. Sehingga dapat diestimasikan kapan tahun terjadinya *break even point*. Dalam kondisi idealnya semakin cepat terjadinya BEP semakin baik, namun dalam realitanya kondisi terjadinya BEP cenderung memakan waktu yang lama berbanding lurus dengan biaya produksi yang dikeluarkan. Estimasi Perhitungan BEP dapat dilihat pada Tabel V.6.

Tabel V.6 Estimasi BEP

Bulan ke	Nominal	
0	-Rp	12,655,638,148.57
1	-Rp	11,959,450,524.53
2	-Rp	11,263,262,900.49
3	-Rp	10,567,075,276.45
4	-Rp	9,870,887,652.41
5	-Rp	9,174,700,028.37
6	-Rp	8,478,512,404.33
7	-Rp	7,782,324,780.30
8	-Rp	7,086,137,156.26
9	-Rp	6,389,949,532.22
10	-Rp	5,693,761,908.18
11	-Rp	4,997,574,284.14
12	-Rp	4,301,386,660.10
13	-Rp	3,605,199,036.06
14	-Rp	2,909,011,412.02
15	-Rp	2,212,823,787.98
16	-Rp	1,516,636,163.94
17	-Rp	820,448,539.90
18	-Rp	124,260,915.86
19	Rp	571,926,708.18
20	Rp	1,268,114,332.22

Dari Tabel V.6 dapat ditarik kesimpulan bahwa BEP akan terjadi pada tahun ke 2 atau tepatnya pada bulan ke 19 operasional kapal dengan estimasi pengambilan keuntungan bersih sebesar Rp. 696,187,624.04 pertahun.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis teknis dan ekonomis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Muatan kapal *Ro-Ro* yang didesain terdiri dari 96 orang penumpang, 4 truk, 10 mobil, dan 28 sepeda motor.
2. Dari hasil analisis teknis yang telah dilakukan maka diperoleh ukuran utama kapal sebagai berikut:

- *Length of waterline* (L_{WL}) : 45.76 meter
- *Length of perpendicular* (L_{PP}) : 44 meter
- *Breadth* (B) : 8.2 meter
- *Height* (H) : 3 meter
- *Draft* (T) : 2.5 meter

Desain Rencana Garis dapat dilihat pada Gambar IV.6 dan di lampiran B sedangkan desain Rencana Umum dapat dilihat pada Gambar IV.7 dan di lampiran C.

3. Dari hasil analisis ekonomis yang telah dilakukan biaya pembangunan kapal sebesar Rp. 12,655,638,149 dengan estimasi BEP pada tahun kedua tepatnya pada bulan ke 19.
4. Desain *Safety Plan* kapal dapat dilihat pada lampiran D.
5. Desain *3D Model* telah dibuat dan dilampirkan pada lampiran E.

VI.2. Saran

Saran yang dapat diberikan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya peninjauan lebih lanjut terhadap aspek konstruksi dan kekuatan kapal mengingat pada Tugas Akhir ini masih banyak digunakan perhitungan secara pendekatan.
2. Perlu adanya perhitungan dan analisis yang riil terhadap biaya pembangunan kapal yang dibutuhkan untuk membangun kapal *Ro-Ro* ini.
3. Dikarenakan kapal ini bersifat komersial, maka diperlukan analisis investasi yang riil demi mengetahui kelayakan investasi dari pembangunan kapal *Ro-Ro* ini.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Saputra, I Gede Hadi. (2016). Desain Kapal 3-in-1 Penumpang, Barang, Kontainer Rute Surabaya-Lombok. Jurnal Teknik POMITS.
- Rohmadhana, Febriani. (2016). Analisis Teknis dan Ekonomis Konversi *Landing Craft Tank* (LCT) Menjadi Kapal Motor Penyeberangan (KMP) Tipe Ro-ro untuk Rute Ketapang (Kabupaten Banyuwangi) – Gilimanuk (Kabupaten Jember). Jurnal Teknik POMITS.
- Bappeda Sumutprov. (2012, Juli 13). mp3ei/137-latar-belakang-pembentukan-mp3ei (akses pukul 10.30 WIB, 29 Desember 2016).
- Nusapenidamedia. (2015, Maret 24). kembangkan-potensi-besar-pemkab-semestinya-bangun-pasar-hewan (akses pukul 11.30 WIB, 20 Desember 2016).
- POSBALI. (2016, Juni 15). nusa-penida-jadi-favorit-kunjungan-wisman (akses pukul 15.30 WIB, 16 Desember 2016).
- liputan6.com. (2014, Oktober 14). program-mp3ei-bakal-berlanjut-di-pemerintahan-jokowi (akses pukul 15.30 WIB, 17 Desember 2016).
- Biro Klasifikasi Indonesia. (2009). *Rules For The Classification and Construction Seagoing Steel Ships*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- Dinariyana, A. B. (2011). Koefisien Bentuk dan Perbandingan Ukuran Utama. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hafiz, M. R. (2014). Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS. *Desain Kapal Penumpang Barang Untuk Pelayaran Gresik-Bawean*.
- Hardjono, S. (2010). Identifikasi Rasio Parameter Kapal Penumpang Catamaran Berbahan FRP. *Jurnal BPPT*.
- Harvald, S. A. (1992). *Tahanan dan Propulsi Kapal*. Surabaya: Airlangga University Press.
- International Maritime Organization. (2008). *Intact Stability (IS) Code*. London: IMO.
- International Maritime Organization. (1988). *International Convention for the Safety of Life at Sea*. London: IMO.
- International Maritime Organization. (1983). *International Conference on Tonnage Measurement of Ships 1969*. London: IMO.
- International Maritime Organization. (2005). *International Convention on Load Line 1966*. London: IMO.

- Kementrian Koordinator Bidang Perekonomian. (2011). *Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia 2011-2025*. Jakarta: Kementrian Koordinator Bidang Perekonomian.
- Kementrian Koordinator Bidang Perekonomian. (2013). *Perkembangan Pelaksanaan MP3EI Koridor Ekonomi Bali dan Nusa Tenggara*. Jakarta: Kementrian Koordinator Bidang Perekonomian.
- Kementrian Perhubungan (2016). *Tatacara Petunjuk Pengamanan (securing) Kendaraan di Kapal*. Jakarta: Kementrian Perhubungan.
- Parsons, M. G. (2001). *Parametric Design*. Michigan: University of Michigan.
- Perkasa, A. S. (2015). Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS. *Desain Kapal Perintis Sebagai Moda Transportasi Laut Untuk Kawasan Nusa Tenggara Timur Rute R-19*.
- Prihartono, B. (2015). Pengembangan Tol Laut Dalam RPJMN 2015-2019 dan Implementasi 2015. Jakarta: Kementrian Perencanaan Pembangunan Nasional.
- Watson, D. G. (2002). *Practical Ship Design Volume I*. Belanda: Elsevier.
- Tempatwisataunik.com (2016, Maret 4). wisata-indonesia/bali/tempat-wisata-di-nusa-penida (akses pukul 18.30 WIB, 12 Mei 2017)
- Marine Propulsion Diesel Engine. (2016). Catalogue. *YANMAR Marine Diesel Engine*. Japan.
- Lewis, E. V. (1988). *Principal of naval Architecture Second Revision Volume II. Resistance, Propulsion, and Vibration*. Jersey City: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Suhardjito, G. (2008). *Tentang Rencana Umum*. Surabaya: PPNS.

LAMPIRAN A
PERHITUNGAN ANALISIS TEKNIS

Koreksi Ukuran Utama dan Perhitungan Koefisien						
Ukuran Utama Sementara						
Lpp	=	44.00 m				
B	=	8.20 m	1 knot =	0.5144	m/s	
T	=	2.50 m	g =	9.81	m/s ²	
H	=	3.00 m	ρ =	1.025	ton/m ³	
Vs	=	10 Knot		1025	kg/m ³	
	=	5.144 m/s				
Lwl	=	104% · Lpp				
	=	45.760 m				
Perhitungan Froude Number						
ρ	=	1.025 ton/m ³				
Fn ₀	=	$\frac{Vs}{\sqrt{g \cdot L}}$				
		$\frac{5.14}{\sqrt{9.81 \times 45.760}}$				
	=	0.243	(Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 90)			
syarat Fn	=	Fn ≤ 0,35				
Perbandingan Ukuran Utama						
L/B	=	5.37	5.3 < L/B < 8	Diterima	(PNA Vol. II hal. 90)	
B/T	=	3.28	3.2 < B/T < 4	Diterima	(PNA Vol. II hal. 90)	
L/T	=	17.60	10 < L/T < 30	Diterima	(PNA Vol. I hal. 19)	
L/16	=	2.75	H > L/16	Diterima	(BKI Vol. II sec. 1 2006)	
Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama Lainnya						
Koefisien Blok (Watson & Gilfillan)						
C _B	=	- 4.22 + 27.8 √Fn - 39.1 Fn + 46.6 Fn ³	(Parametric Ship Design 11-12)			
	=	0.652				
Koefisien Luas Midship (Series '60)						
C _M	=	0.977 + 0.085 (Cb - 0.60)	(Parametric Ship Design 11-12)			
	=	0.981				
Koefisien Prismatic						
C _x	=	C _m				
C _p	=	C _b /C _x	(Parametric Ship Design 11-10)			
	=	0.664				
Koefisien Bidang Garis Air						
C _{WP}	=	C _b /(0.471+(0.551·C _b))	(Parametric Ship Design 11-16)			
	=	0.785				
Panjang Garis Air						
L _{WL}	=	104% · Lpp				
	=	45.760 m				

Longitudinal Center of Bouyancy							
a. LCB (%)	=	8.80 - 38.9 · Fn			(Parametric Ship Design 11-19)		
	=	-0.644 % Lpp					
b. LCB dari M	=	LCB % / 100 · Lpp					
	=	-0.28 m dari M					
c. LCB dari AP	=	0.5 · LPP - LCBm					
	=	22.28 m dari AP					
d. LCB dari FP	=	Lpp - LCB dari AP					
	=	21.72 m dari FP					
Volume Displasemen	=	Lwl · B · T ·Cb					
	=	611.58 m ³					
Displasemen	=	Lwl · B ·T · Cb ·ρ					
	=	626.87 ton					
Berat kapal tanpa muatan	=	626.87 ton					
Koreksi Displasement	=	berat kapal tanpa muatan + payload + W rampdoor + H2 tank					
	=	855.316 ton					

Perhitungan Hambatan						
Ukuran Utama			Koefisien			
Lpp	=	44.00 m	Cb	=	0.652	
Lwl	=	45.76 m	Cm	=	0.981	
B	=	8.20 m	Cp	=	0.664	
H	=	3.00 m	C _{WP}	=	0.785	
T	=	2.50 m	LCB	=	-0.284	
∇	=	611.58 m ³	Fn	=	0.243	
Δ	=	626.87 ton	Cstern	=	0	
			Vs	=	5.144 m/s ²	
Choice No.	C _{stern}	Used for				
1	-25	Pram with Gondola				
2	-10	V - Shaped Sections				
3	0	Normal Section Shape				
4	10	U - Shaped Sections with Hogner Stern				
			Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.91			
1. Viscous Resistance						
☉ C _{FO}						
Rn	=	$\frac{L_{WL} \cdot V_S}{1.18831 \cdot 10^{-6}}$; Angka Reynolds			
	=	198087569.7	Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.90			
C _{FO}	=	$\frac{0.075}{(\log Rn - 2)^2}$; Koefisien Tahanan Gesek			
	=	0.001892	Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.90			
☉ 1+k ₁						
C	=	1 + (0.11 · C _{stern})				
	=	1				
L _R /L	=	$\frac{(1 - C_P) + (0.06 \cdot C_P \cdot LCB)}{(4 \cdot C_P) - 1}$				
	=	0.329				
L _{WL} ³ / ∇	=	$\frac{L_{WL}^3}{L_{PP} \cdot B \cdot T \cdot C_B}$				
	=	156.678				
1+k ₁	=	$0.93 + 0.4871 \cdot C \cdot \left(\frac{B}{L_{WL}}\right)^{1.0681} \cdot \left(\frac{T}{L_{WL}}\right)^{0.4611} \cdot \left(\frac{L}{L_R}\right)^{0.1216} \cdot \left(\frac{L_{WL}^3}{V}\right)^{0.3649} \cdot (1 - C_P)^{-0.6042}$				
	=	1.214				

Grafik Hubungan antara Froude Number dan Koefisien Blok untuk menentukan perlu atau tidaknya pemakaian Bulbous Bow

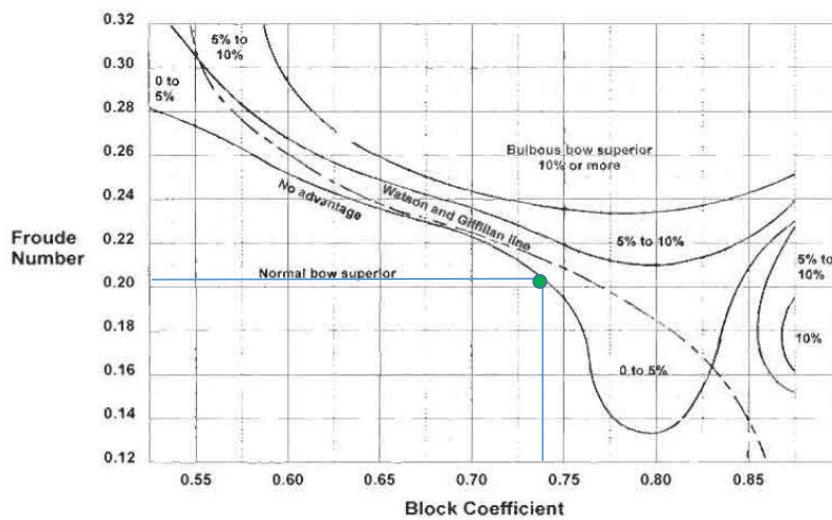


Fig. 8.1. The combination of Froude number and block coefficient at which a bulbous bow is likely to be advantageous.

$$Fn = 0.24279$$

$$C_B = 0.652$$

Practical Ship Design hal. 233

Dari grafik dapat disimpulkan bahwa tidak ada keuntungan dengan penambahan bulbous bow

2. Resistance of Appendages

● Wetted Surface Area

Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.91

$$A_{BT} = 10\% \cdot B \cdot T \cdot C_m$$

; tidak menggunakan bulbous bow

$$= 0$$

cross sectional area of bulb in FP

$$S = L_{WL} \cdot (2 \cdot T + B) \cdot \sqrt{C_M} \cdot (0.453 + 0.4425 \cdot C_B - 0.2862 \cdot C_M - 0.003467 \cdot \frac{B}{T} + 0.3696 \cdot C_{WP} + 2.38 \cdot \frac{A_{BT}}{C_B})$$

$$= 442.492 \text{ m}^2$$

$$S_{rudder} = 2 \cdot 0.8 \cdot (C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot 1.75 \cdot L_{PP} \cdot \frac{T}{100})$$

PKI Vol. II hal 14-1

$$= 4.620 \text{ m}^2$$

$$S_{bilgekeel} = L_{Keel} \cdot H_{Keel} \cdot 4 = 4 \cdot (0.6 \cdot C_B \cdot L_{PP}) \cdot \left(\frac{0.18}{C_B - 0.2} \right)$$

$$= 27.41965223 \text{ m}^2$$

$$S_{app} = S_{rudder} + S_{bilgekeel}$$

$$= 32.040 \text{ m}^2$$

$$S_{total} = S + S_{app}$$

$$= 474.531 \text{ m}^2$$

$$1 + k_2 = \frac{1.5 \cdot S_{rudder} + 1.4 \cdot S_{bilgekeel}}{S_{rudder} + S_{bilgekeel}}$$

$$= 1.414$$

$$1 + k = (1 + k_1) + ((1 + k_2) - (1 + k_1)) \cdot \frac{S_{app}}{S_{total}}$$

$$= 1.228$$

3. Wave Making Resistance				
● C ₁				
B/L _{WL}	=	0.179		
C ₄	=	0.179	; karena 0.11 < B/L _{WL} ≤ 0.25	
T _a	=	2.500	m	Even Keel → T _a = T
T _f	=	2.500	m	T _f = T
i _E	=	$125.67 \cdot \frac{B}{L_{WL}} - 162.25 \cdot C_P^2 + 234.32 \cdot C_P^3 + 0.1551 \cdot [LCB_{AP} + (6.8 \cdot \frac{T_a - T_f}{T})^3]$		
	=	23.066		
d	=	-0.9	Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92	
C ₁	=	$2223105 \cdot C_4^{3.7861} \cdot (\frac{T}{B})^{1.0796} \cdot (90 - iE)^{-1.3757}$		
	=	2.828		
● m ₁				
$\sqrt[3]{V}/L_{WL}$	=	0.185494407		
C ₅	=	$8.0798 \cdot C_P - 13.8673 \cdot C_P^2 + 6.9844 \cdot C_P^4$		
		untuk C _P ≤ 0.8		
	=	1.295		
m ₁	=	$0.01404 \cdot \frac{L_{WL}}{T} - 1.7525 \cdot \frac{\sqrt[3]{V}}{L_{WL}} - 4.7932 \cdot (\frac{B}{L_{WL}}) - C_5$		
	=	-2.222		
λ	=	$1.446 \cdot C_P - 0.03 \cdot \frac{L}{B}$; untuk L/B ≤ 12		
	=	0.800		
● m ₂				
C ₆	=	-1.69385	; untuk L _{WL} ³ /V ≤ 512	
m ₂	=	$C_6 \cdot 0.4 \cdot e^{-0.034 \cdot Fn^{-3.29}}$		
	=	-0.01885		
● C ₂				
A _{BT}	=	0	; tidak menggunakan bulbous bow	
r _B	=	$0.56 \cdot \sqrt{A_{BT}}$		
	=	0.000		
h _B	=	0		
i	=	$T_f - h_B - 0.4464 \cdot r_B$		
	=	2.500		
C ₂	=	1		
A _T	=	0		

● C ₃	=	$1 - \frac{0.8 \cdot A_T}{B \cdot T \cdot C_M}$	Saat V = 0, Transom tidak tercelup air
	=	1	
● R _W /W	=	$C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot e^{(m_1 \cdot Fn^4 + m_2 \cdot \cos(\lambda \cdot Fn^{-2}))}$	
	=	0.000992	
T _f /L _{WL}	=	0.05 (T _f /L _{WL} > 0.04)	
● C _A	=	$0.006 \cdot (L_{WL} + 100)^{-0.16} - 0.00205$	Principle of Naval Architecture Vol II hal 93
	=	0.000654	
● W	=	Δ * g	; Gaya Berat
	=	6149.6 N	Principle of Naval Architecture Vol II hal 93
● R _{total}	=	$0.5 \cdot 1025 \cdot V_S^2 \cdot S_{total} \cdot (C_{FO} \cdot (1 + k) + C_A + (\frac{R_W}{W} \cdot W))$	
	=	19155.405 N	
	=	19.155 kN	Principle of Naval Architecture Vol II hal 93
● R _{total} + Margin 15% R _{total}			
	=	22.029 kN	

Perhitungan Propulsi dan Daya Mesin			
Input Data		Note :	
L _{WL}	= 45.76 m	D = Diameter propeller, D= 0,65.T	
T	= 2.50 m	n = Putaran propeller	
C _B	= 0.652	P/D = Pitch ratio, 0,5 - 1.4	
D	= 1.625 m	Z = Jumlah daun propeller	
R _T	= 22.029 kN	AE/AO = Expanded Area Ratio, 0,4 ; 0,55 ; 0,7 ; 0,85, 1	
Displasmen (Δ)	= 626.87 ton	= yang digunakan dalam perhitungan 0,4	
n _{rpm}	= 110	P _E = Effective Horse Power = R _T .Vs	
n _{rps}	= 1.83		
P/D	= 1 ; Pitch Ratio (0.5 s.d. 1.4)		
z	= 4	; Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 186	
A _E /A ₀	= 0.4	; Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 186	
Perhitungan Awal			
1+k	= 1.2280		
C _F	= 0.0019		
C _A	= 0.0007		
Koefisien Viskositas			
C _V	= (1+ k) C _F + C _A	; Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 162	
	= 0.00298		
wake fraction (Single Screw Ship)			
w	= 0.3 C _b + 10 C _v C _b - 0.1	; Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 163	
	= 0.11499		
t	= 0.1	; Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 163	
V _a	= V _s . (1 - w)	V _a = Speed of Advance	
	= 4.552 m/s	(parametric design hal 11-27)	
Effective Horse Power (EHP)			
P _E	= R _t x V _s		
	= 113.32 KW		
Thrust Horse Power (THP)			
PT	= PE·(1-w)/(1-t)		
	= 111.429 KW		
Propulsive Coefficient Calculation			
η _H	= Hull Efficiency	(parametric design hal 11-29)	
	= (1 - t)/(1 - w)		
	= 1.017		
η ₀	= Open Water Test Propeller Efficiency		
	= (I/(2·n))·(KT/KQ)	(propeller B-series = 0.5 - 0.6)	
	= 0.6		
		; Ship Resistance and Propulstion	

η_r	= Rotative Efficiency	Modul 7 hal. 2
	= 0.985	(PNA vol 2 hal 163)
η_D	= Quasi-Propulsive Coefficient	(parametric design hal 11-27)
	= $\eta_H \cdot \eta_O \cdot \eta_r$	
	= 0.6010	
Delivered Horse Power (DHP)		(parametric design hal 11-29)
PD	= Delivered Power at Propeller	
	= PE/η_D	
	= 188.542 Kw	
Shaft Horse Power (SHP or PS)		
η_s	= Shaft Efficiency ; (0.981 ~ 0.985)	; untuk mesin di after
	= 0.98	(parametric design hal 11-29)
PS	= Shaft Power	
	= PD/η_s	
	= 192.390 kw	
Brake Horse Power Calculation (BHP)		
η_R	= Reduction Gear Efficiency	
	= 0.98	
PB_0	= Brake Horse Power (BHP_0)	
	= PS/η_R	
	= 196.32 KW	
Koreksi MCR		
PB	= 15% · PB_0	
	= 115% · PB_0	1 Kw = 1.341 HP
BHP	= 225.764 KW	
	= 302.750 HP	

Perhitungan Berat Permesinan							
Input Data							
D	=	Diameter Propeller	Jumlah Mesin =	1			
	=	1.625 m					
n _{rpm}	=	110 rpm					
z	=	4 blade					
AE/AO	=	0.4					
DHP (PD)	=	Delivered Power at Propeller					
	=	188.54 kW					
BHP (PB)	=	Brake Horse Power					
	=	331 kW	=				
WME	=	Berat Mesin Induk					
	=	2880 kg (2 unit)	=	2.88 ton			
Propulsion Unit							
• Gear Box							
W _{gear}	=	$(0.3 \sim 0.4) \cdot \frac{P_{\#}}{n}$					
	=	1.20	ton	n			
• Shafting							
Panjang poros (l) =				7 m			
M _s /l =	=	$0.081 \left(\frac{P_D}{n} \right)^{\frac{2}{3}}$					
	=	0.116	ton/m				
M _s	=	M _s /l . l					
	=	0.812	ton				
• Propeller							
d _s	=	$11.5 \left(\frac{P_D}{n} \right)^{\frac{1}{3}}$					
	=	13.763	cm				
	=	0.138	m				
K	≈	(d _s /D)(1.85A _E /A _O -(Z-2)/100)					
	=	0.061					
W _{prop}	=	D ³ .K					
	=	0.262	ton				
• Total							
W _{T.Prop}	=	W _{Gear} + M _s + W _{Prop}					
	=	2.277	ton				
Ship Design for Efficiency and Economy-2nd Edition hlm.175							

Unit Elektrikal							
W_{gs}	=	$0.001P (15 + 0.014P)$; Berat untuk 2 Genset
	=	6.5 Ton					
		Ship Design for Efficiency and Economy-2nd Edition hlm.176					
Lain - Lain :							
W_{ot}	=	$(0.04 \sim 0.07) \cdot PB \text{ Genset}$					
	=	23.17 Ton					
		Ship Design for Efficiency and Economy-2nd Edition hlm.177					
Berat Total Permesinan							
WM	=	$W_e + WT.Prop + W_{gs} + W_{ot}$					
	=	34.83 Ton					
Titik Berat Machinery :							
$h_{db \text{ M}}$	=	Tinggi Double bottom KM					
	=	$(350+45 \cdot B)/(10^3)$					
	=	0.72 m					
		(BKI vol 2 section 24 hal 24-2)					
KG	=	$h_{db} + 0.35(H - h_{db})$					
	=	1.52 m					
LCB	=	Panjang Ceruk Buritan					
	=	$5\% \cdot L_{pp}$					
	=	2.20 m					
LCG_{FP}	=	$L_{WL} - LCB - 5$; Titik Berat Mesin
	=	38.56 m					
LCG_M	=	$-(LCG_{FP} - 0.5 \cdot L_{pp})$					
	=	-16.56 m					
		(parametric design hal 11-25)					
diameter poros		0.8 m					

Perhitungan Berat Baja

Koefisien titik berat		No	Type kapal	CSO
Type kapal	CKG			
Passanger ship	0.67 – 0.72	1	Bulk carriers	0.070
Large cargo ship	0.58 – 0.64	2	Cargo ship (1 deck)	0.070
Small cargo ship	0.60 – 0.80	3	Cargo ship (2 decks)	0.076
Bulk carrier	0.55 – 0.58	4	Cargo ship (3 decks)	0.082
Tankers	0.52 – 0.54	5	Passenger ship	0.058
		6	Product carriers	0.0664
		7	Reefers	0.0609
		8	Rescue vessel	0.0232
		9	Support vessels	0.0974
		10	Tanker	0.0752
		11	Train ferries	0.650
		12	Tugs	0.0892
		13	VLCC	0.0645

Input data				
Lpp	=	44.00	Cb	= 0.652
Lwl	=	45.76	Fn	= 0.243
B	=	8.20	LCB (%)	= -0.644
H	=	3.00	gradien	= -0.0015
T	=	2.50		

Volume Super Structure dan Deck House (V_{DH})

=> Volume Super Structure ---> Schneekluth method				
Passenger Deck				
L =	36.384	m		
B =	8.200	m		
H =	2.50	m		
V ₁ =	745.872	m ³		
=> Volume Deck house				
Navigation Deck				
L =	31.000	m		
B =	8.200	m		
H =	2.50	m		
V ₂ =	635.500	m ³		
Volume Total				
V_{tot} = V₁ + V₂				
=	1381.372	m ³		

Berat Baja (W_{ST})

D _A	=	Tinggi Kapal Setelah Dikoreksi der Superstucture dan Deck House		
	=	$H + V_{DH} / (L_{PP} \cdot B)$		
	=	6.829	m	
C _{SO}	=	0.058	ton/m ³	
D	=	Berat Kapal		
	=	626.87	ton	
U	=	$\log \left(\frac{\Delta}{100} \right)$		
	=	0.80		
C _S	=	$C_{SO} + 0.06 \cdot e^{-(0.5 \cdot U + 0.1 \cdot U^{2.45})}$		
	=	0.1035		
W _{ST}	=	Lpp.B.D _A .C _S		
	=	255.00	ton	

Titik Berat Baja

C _{KG}	=	Koefisien KG Baja		
	=	0.54		
KG				
KG _{ST}	=	D _A * C _{KG}		
	=	3.687	m	

LCG Dari Midship

LCG _(%)	=	-0,15 + LCB(%)		
	=	-0.794	% L	
LCG _M	=	LCG(%) · L _{PP}		
	=	-0.350	m	

LCG dari FP

LCG _{FP}	=	0.5 · L _{PP} - LCG _M		
	=	21.650	m	

Consumable & Crew							
Input Data							
Lpp	=	44.000	m	Lama Berlayar	=	0.500	jam
B	=	8.200	m				
H	=	3.000	m				
T	=	2.500	m				
V _S	=	5.144	m/s	=	11.481	mil/jam	
S	=	2.60693	mil laut	; Jarak Pelayaran			
BHP	=	331.00	kW				
	=	302.74956	HP				
Jumlah & Berat Crew							
C _{st}	=	1.33 ; Coef. Steward (1.2 ~ 1.33)					
C _{dk}	=	14.5 ; Coef. Deck (11.5 ~ 14.5)					
C _{eng}	=	11 ; Coef. Engine (8.5 ~ 11 untuk diesel)					
cadet	=	2 ; Umumnya 2 orang					
Z _c	=	$C_{st} \cdot \{ C_{dk} \cdot \left(\frac{L_{pp} \cdot B \cdot H \cdot 35}{10^5} \right)^{\frac{1}{6}} + C_{eng} \cdot \left(\frac{BHP}{10^5} \right)^{\frac{1}{3}} + cadet \}$					
	=	21.180911 orang					
	=	21 orang					
C _{C&E}	=	0.075 ton/orang		asumsi			
W _{C&E}	=	Berat Kru Total + Cadet					
	=	Z _c · C _{C&E}					
	=	1.6 ton					
Fuel Oil							
W _{FO}	=	$SFR \cdot BHP \cdot \frac{S}{V_s}$		margin	=	4%	
				C	= koreksi cadangan (1,3 - 1,5)		
	=	0.0155572 ton		=	0.00115239 liter/hp/jam		
V _{FO}	=	$\frac{W_{FO} + 4\% \cdot W_{FO}}{\pi}$; Diktat IGM Santosa Penambahan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi panas dan π = 0.95			
	=	0.0170311 m3		(Parametric design chapter 11, hal.11-24)			
Lubricating Oil							
W _{LO}	=	$SFR \cdot BHP \cdot \frac{S}{V_s}$		blo = 1,2 - 1,6			
	=	0.0155572 ton		C = koreksi cadangan (1,3 - 1,5)			
V _{LO}	=	$\frac{W_{LO} + 4\% \cdot W_{LO}}{\pi}$					
	=	0.0179773 m3					
Pertambahan Lubricating Oil Saat Kapal Berhenti (Di Pelabuhan)							
SFR+	=	0.00002 ton/jam					
W _{LO} +	=	0.000010 ton					
W _{LO} ''+	=	0.01799 ton/jam					

Diesel Oil							
C _{DO}	=	0.2	; Diktat IGM Santosa hal. 38 (0.1 ~ 0.2)				
W _{DO}	=	W _{FO} · C _{DO}					
	=	0.0031114	ton				
V _{DO}	=	W _{DO} + 4% · W _{DO}	; Diktat IGM Santosa				
		π	Penambahan 4% untuk koreksi				
	=	0.0034062	m3	dan π = 0.95			
Berat Penumpang							
Jumlah Penumpang (n)	=	96	pax				
Berat Penumpang	=	0.075	ton/orang				
Berat Total	=	7.2	ton				
Fresh Water							
range =	2.60693	mil laut					
V _s =	11.48	mil/jam		; Asumsi Penumpang			
day =	0.01	hari		; minum kg/orang hari			
PENUMPANG + PENJAGA STAND				10 kg			
Diminum=	9.46	kg/hari		; Asumsi Crew			
Cuci=	18.16	kg/hari		20 kg			
CREW				; minum kg/orang hari			
Diminum=	1.99	kg/hari		10 kg			
Cuci=	15.89	kg/hari		; cuci kg/orang hari			
endingin Mesin=	0.00991	kg/hari		80 kg			
W _{FWTot} =	0.43	kg		[Watson, Chapter 11, hal11-24]			
=	0.00043	ton					
ρ _{fw} =	1	ton/m3					
V _{FW} =	W _{FW Tot} /ρ _{fw} + (4%*W _{FW Tot})/ρ _{fw}			; Ada penambahan dari Lubricating Oil system			
=	0.0004478	m3					
Provision & Store							
C _{PR}	=	5	kg/orang hari				
W _{PR}	=	C _{PR} · $\frac{S}{24 \times V_s}$ · (Z _c + n)		; Koef. Provision & Store			
				; Berat Provision & Store			
	=	5.5345058	kg				
	=	0.0055345	ton				
Total Berat Consumable and Crew (W _{cons})							
W _{cons}	=	W _{C&E} + W _{LO} + W _{PR} + W _{FW} + W _{DO} + W _{FO}					
	=	1.615	ton				

Perhitungan Berat Peralatan & Perlengkapan				
[Referensi : Ship Design Efficiency and Economy , 1998]				
Input Data :				
	L =	44.000	m	
	B =	8.200	m	
	H =	3.000	m	
	T =	2.5000	m	
Grup III (Accommodation)				
The specific volumetric and unit area weights are:				
For small and medium-sized cargo ships: 160–170 kg/m ² or 60–70 kg/m ³				
For large cargo ships, large tankers, etc.: 180–200 kg/m ² or 80–90 kg/m ³				
Therefore, for oat, it is used (CALV) : 170 kg/m ²				
PERHITUNGAN				
No	Peralatan	Jumlah	Berat (ton/unit)	Total (ton)
1	Kursi penumpang	110	0.01	1.1000
2	Lifebuoy	8	0.003	0.024
3	Life craft	4	0.18	0.7200
4	Lifeboat	2	20	40
5	life jacket	8	0.0145	0.1160
6	Railing	1	5	5
7	Jangkar	2	0.66	1.3200
8	Ramp door	2	15.2	30.4
TOTAL				78.6800

Perhitungan Berat Total dan Titik Berat Total				
Berat Baja				
W _{ST}	=	254.997		
KG _{ST}	=	3.687	m	
LCG _{ST}	=	21.650	m	; dari FP
Berat Peralatan dan Perlengkapan				
W _{E&O}	=	78.680		
KG _{E&O}	=	0.000	m	
LCG _{E&O}	=	29.163	m	; dari FP
Berat Permesinan				
W _M	=	34.826		
KG _M	=	1.517	m	
LCG _{FP}	=	38.560	m	; dari FP
Berat Consumable				
W _{cons}	=	1.615		
KG _{cons}	=	4.169	m	
LCG _{cons}	=	47.299	m	; dari FP
Berat Payload				
W _{payload}	=	233.45		
KG _{payload}	=	(H - h _{DB}) · 0.5 + h _{DB}		
	=	1.850	m	
LCG _{payload}	=	(0.5 · L _{RM}) + (0.5 · koferdam) + L _{CH}		
	=	19.486	m	; dari FP
Berat LWT				
LWT	=	W _{ST} + W _{E&O} + W _M		
	=	368.503	ton	
Berat Total			Berat DWT	
W	=	LWT + DWT	DWT	= 235.048 ton
	=	603.551	ton	
KG Total				
KG	=	W _{ST} · KG _{ST} + W _{E&O} · KG _{E&O} + W _M · KG _M + W _{cons} · KG _{cons} + W _{payload} · KG _{payload}		
	=	W _{ST} + W _{E&O} + W _M + W _{cons} + W _{payload}		
	=	2.3721478	m	
LCG Total dari FP				
LCG	=	W _{ST} · LCG _{ST} + W _{E&O} · LCG _{E&O} + W _M · LCG _M + W _{cons} · LCG _{cons} + W _{payload} · LCG _{payload}		
	=	W _{ST} + W _{E&O} + W _M + W _{cons} + W _{payload}		
	=	22.791361	m	
Perhitungan :				
Selisih Displacement & Berat Kapal = 23.31				
Selisih dalam % = 3.719%				
Kondisi = Accepted (Batasan kondisi= 2 - 10%)				

Perhitungan Lambung Timbul

International Convention on Load Lines, 1966 and Protocol of 1988

Input Data

H	=	3.00	m
D	=	$0.85 \cdot H$	
	=	2.550	m
L1 (1)	=	$96\% \cdot \text{LWL}$	0.85D
	=	43.9296	m
L1 (2)	=	LPP	
	=	44.00	m
L1	=	44.00	m ; L1 diambil yang terbesar
B	=	8.20	m
CB	=		
	=	0.6519	
Tipe Kapal = Type B			
Lp	=	0	m
Lf	=	0	m
S	=	Lp + Lf	
	=	0.000	

1. The following is Freeboard Table A referred to in the definition of "tabular freeboard" in paragraph 1 of Schedule 5-

Table 28.2					
Freeboard table for type 'B' ships					
Length of ship (m)	Freeboard (mm)	Length of ship (m)	Freeboard (mm)	Length of ship (m)	Freeboard (mm)
24	200	55	503	86	996
25	208	56	516	87	1015
26	217	57	530	88	1034
27	225	58	544	89	1054
28	233	59	559	90	1075
29	242	60	573	91	1096
30	250	61	587	92	1116
31	258	62	601	93	1135
32	267	63	615	94	1154
33	275	64	629	95	1172
34	283	65	644	96	1190
35	292	66	659	97	1209
36	300	67	674	98	1229
37	308	68	689	99	1250
38	316	69	705	100	1271
39	325	70	721	101	1293
40	334	71	738	102	1315
41	344	72	754	103	1337
42	354	73	769	104	1359
43	364	74	784	105	1380
44	374	75	800	106	1401

Perhitungan

=> Freeboard Standard

L	Freeboard	---> Regulation 28 Table 28.2		
43	364			
44	374			
---> interpolasi				
• L =	44.00	m		
• Fb =	{(L-L1)*(F2-F1)}+F1			
=	374	mm		

=> Koreksi

- **Koreksi panjang efektif superstructure untuk kapal dengan $L < 100$ Regulation 29**
 Karena tidak memiliki superstructure (poop dan forecastle tidak selebar kapal) maka tidak perlu koreksi
- **Koreksi C_B** ---> Regulation 30
 $C_B = 0.652$
 Karena nilai $C_B < 0.68$ maka tidak perlu koreksi
- **Koreksi Depth (D)** ---> Regulation 31
 $D = 2.550$ m
 $L/15 = 2.933333333$ ---> $D < L/15$, Tidak Ada Koreksi
- **Koreksi Sheer**
 Karena tidak menggunakan sheer maka tidak perlu koreksi
- **Koreksi Tinggi Superstructure**
 Karena tidak memiliki superstructure (poop dan forecastle tidak selebar kapal) maka tidak perlu koreksi

Freeboard Akhir setelah dilakukan koreksi - koreksi

- **Freeboard Akhir (Fb')** = Fb
 = 374 mm
 = 0.374 m

IMO Freeboard Regulation

=> Batasan

- Freeboard Sebenarnya
 $F_{ba} = H - T$
 = 0.80 m **Diterima**
 ---> Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Total

Kondis = Accepted

Perhitungan Tonase

International Convention on Load Lines, 1966 and Protocol of 1988

Input Data

H	=	3.00 m					
T	=	2.50 m					
V _{DH}	=	1381.372 m ³					
∇	=	611.576 m ³					
Zc	=	21 orang					
N ₁	=	79 orang	; asumsi jumlah penumpang dalam kabin				
N ₂	=	58 orang					

Gross Tonnage

V _U	=	$\nabla \cdot \left(\left(1.25 \cdot \frac{H}{T} \right) - 0.115 \right)$; Volume geladak dibawah geladak cuaca				
	=	847.033 m ³					
V _H	=	V _{DH}	; Volume ruang tertutup diatas geladak cuaca				
	=	1381.372 m ³					
V	=	V _U + V _H	; Total volume ruang tertutup				
	=	2228.405 m ³					
K ₁	=	0.2 + 0.02 · log ₁₀ V					
	=	0.267					
GT	=	V · K ₁					
	=	594.895 GT					

Net Tonnage

V _{r'}	=	2674.911	; Total Volume ruang muat				
K ₂	=	0.2 + 0.02 · log ₁₀ V _C					
	=	0.269					
K ₃	=	$1.25 \frac{GT+10000}{10000}$					
	=	1.267					
a	=	$K_2 \cdot V_{r'} \cdot \left(\frac{4 \cdot T}{3 \cdot H} \right)^2$	0.25 GT	=	148.724		
			0.30 GT	=	178.468		
	=	886.836					
jadi, a	≥	0.25 · GT					
NT	=	$a + K_3 \cdot \left(N_1 \cdot \frac{N_1}{10} \right)$					
	=	996.913					
jadi, NT	≥	0.30 · GT					

Kondisi	Nilai	Status	Minimum
a	886.836	Accepted	148.724
NT	996.913	Accepted	178.468

LAMPIRAN B
DESAIN RENCANA GARIS MV. HERAYUKTI

TABLE OF HEIGHT ABOVE BASELINE

	BL 0	BL 1	BL 2	BL 3	BL 4
TRANSOM	1.2500	1.4500	2.1800	0.5000	0.0000
AP	1.0800	1.2500	1.8200	0.5000	0.0000
ST 1	0.8000	1.1100	1.6600	0.7500	0.0000
ST 2	0.7500	0.9200	1.1200	0.5000	0.0000
ST 3	0.8000	0.7200	0.7900	1.8400	0.0000
ST 4	0.4700	0.4900	0.5200	1.1700	0.0000
ST 5	0.4500	0.4200	0.5000	0.5400	0.0000
ST 6	0.0700	0.0500	0.0500	0.1000	2.2200
ST 7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ST 8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4100
ST 9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4100
ST 10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4100
ST 11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4100
ST 12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4100
ST 13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8600
ST 14	0.0000	0.0000	0.0000	0.1800	2.3400
ST 15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ST 16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ST 17	0.0000	0.1700	2.8600	0.0000	0.0000
ST 18	0.0000	2.4600	0.0000	0.0000	0.0000
ST 19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ST 20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

BODY PLAN

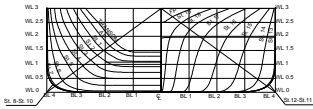
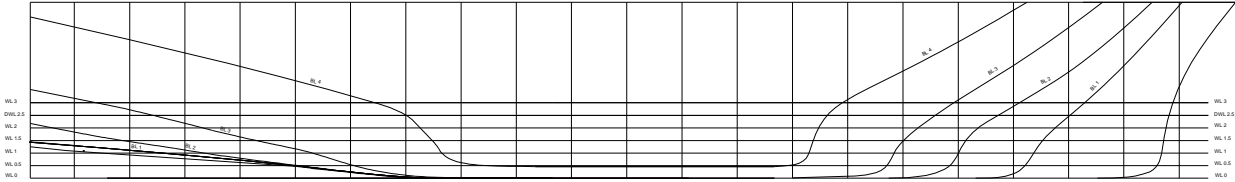


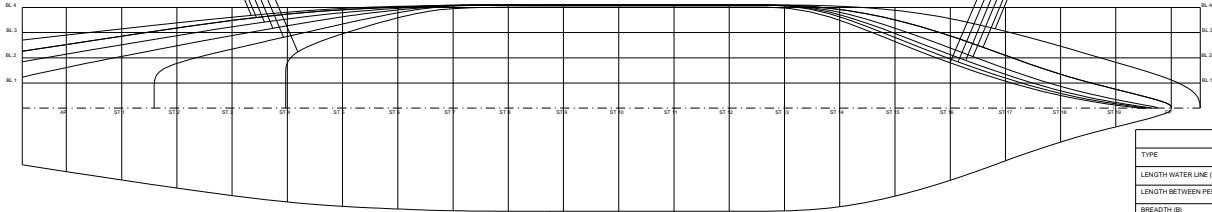
TABLE OF HALF-BREADTH

	WL 0.5	WL 1	WL 1.5	WL 2	WL 2.5	WL 3
TRANSOM	0.0000	0.0000	1.2500	1.8400	2.2600	2.7500
AP	0.0000	0.0000	1.6100	2.1400	2.5300	3.0600
ST 1	0.0000	0.0000	2.0500	2.2500	2.6600	3.1500
ST 2	0.0000	0.0000	2.4600	2.8800	3.1800	3.3500
ST 3	0.0000	1.7600	2.8500	3.1500	3.4800	3.6100
ST 4	1.8000	2.3500	3.2700	3.5500	3.7400	3.9100
ST 5	2.4000	2.5500	3.6000	3.7500	3.9300	4.0500
ST 6	3.5500	3.7700	3.9000	3.9700	4.0600	4.0800
ST 7	3.9400	4.0600	4.0600	4.0600	4.0600	4.0600
ST 8	3.9400	4.0600	4.0600	4.0600	4.0600	4.0600
ST 9	3.9400	4.0600	4.0600	4.0600	4.0600	4.0600
ST 10	3.9400	4.0600	4.0600	4.0600	4.0600	4.0600
ST 11	3.9400	4.0600	4.0600	4.0600	4.0600	4.0600
ST 12	3.9400	4.0600	4.0600	4.0600	4.0600	4.0600
ST 13	3.8700	4.0600	4.0600	4.0600	4.0600	4.0600
ST 14	3.4200	3.6400	3.6400	3.8500	3.8600	4.0600
ST 15	2.8400	2.8100	2.8700	3.1800	3.2000	3.6600
ST 16	1.8000	1.9500	2.1100	2.3000	2.3700	3.5600
ST 17	1.0700	1.1900	1.3400	1.5700	2.1000	3.0800
ST 18	0.0000	0.5800	0.6000	0.6000	1.3000	2.4600
ST 19	0.0000	0.7700	0.2200	0.0000	0.7500	1.8100
ST 20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0600	1.1200

SHEER PLAN



HALF-BREADTH PLAN

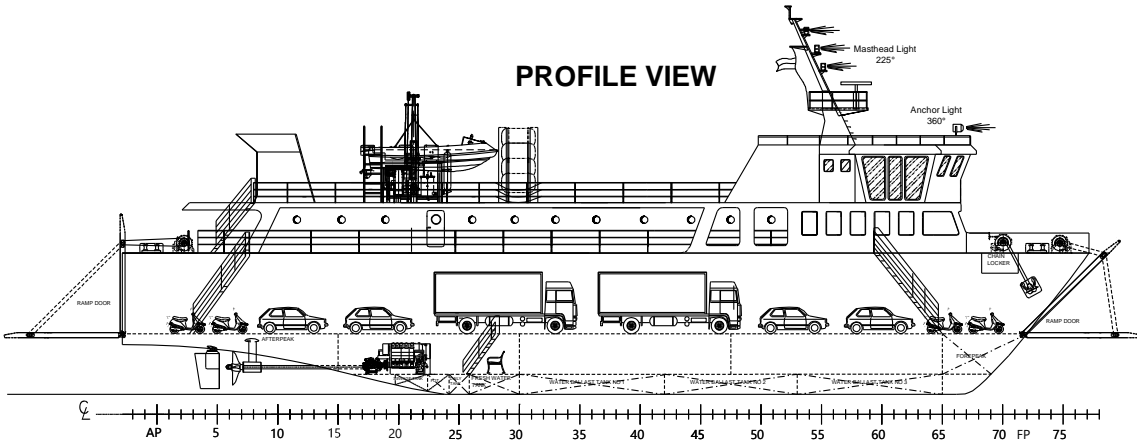


TYPE	RC/RO
LENGTH WATER LINE (LWL)	45.76 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (LPP)	44 m
BREADTH (B)	8.2 m
HEIGHT (H)	3 m
DRAUGHT (T)	2.5 m
SPEED (V)	10 knots

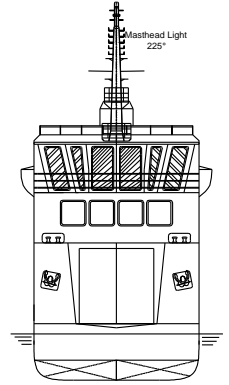
	DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIP BUILDING ENGINEERING			
	FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY			
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY				
MV. HERAYUKTI				
LINES PLAN				
Scale : 1 : 67	Signature	Date	NRP : 4112 100 027	
Drawn by : Nijman Artha Wilmas			A1	
Approved by : Ir. Hedy Andika Kurniawan, M.Sc.				

LAMPIRAN C
DESAIN RENCANA UMUM MV. HERAYUKTI

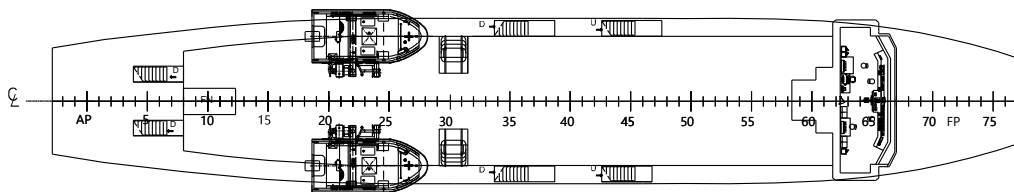
PROFILE VIEW



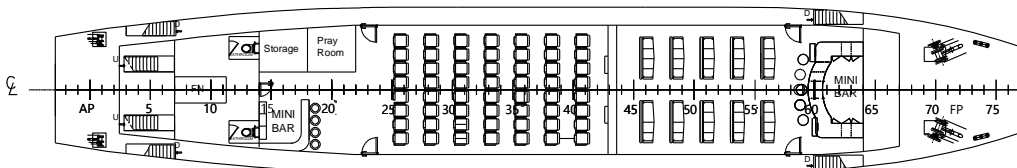
FRONT VIEW



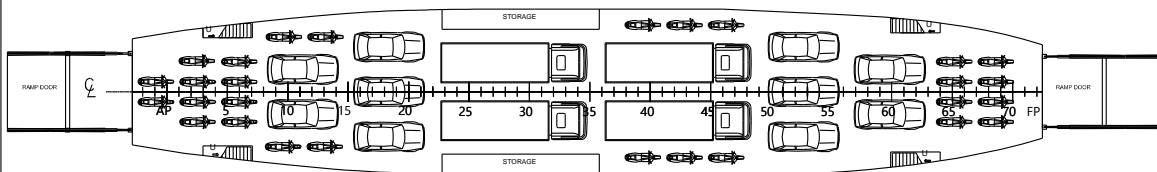
NAVIGATION DECK



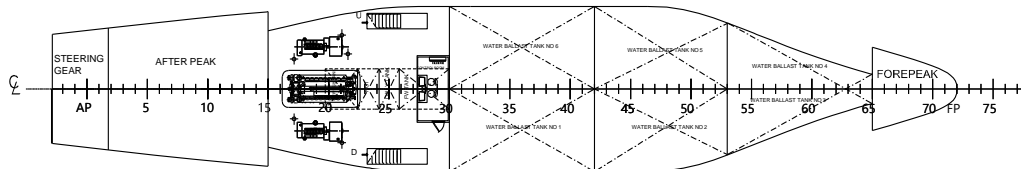
PASSENGER DECK



MAIN DECK



DOUBLE BOTTOM



PRINCIPAL DIMENSIONS	
TYPE	RO-RO
LENGTH WATER LINE (LWL)	45.76 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (LPP)	44 m
BREADTH (B)	8.2 m
HEIGHT (H)	3 m
DRAUGHT (T)	2.5 m
SPEED (Vs)	10 knots
DEADWEIGHT (DWT)	235,048 ton
CAPACITIES	PASSENGER
	28 UNITS
	TRUCK
	4 UNITS
	CAR
	10 UNITS



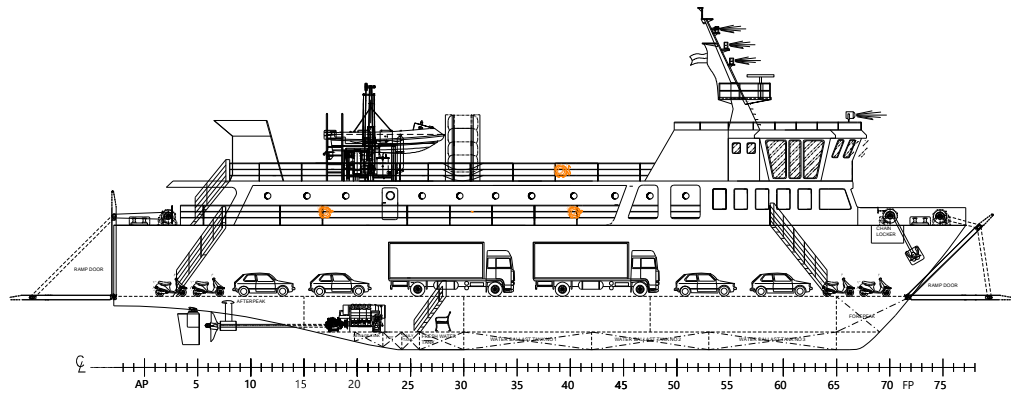
DEPARTEMEN OF NAVAL ARCHITECTURE
AND SHIP BUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

MV. HERAYUKTI

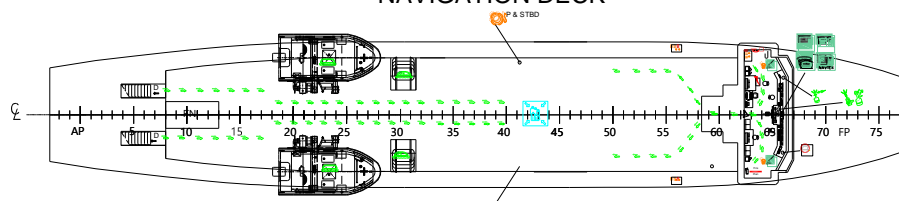
GENERAL ARRANGEMENT

SCALE	: 1 : 120	DATE		REMARKS
DRAWN	: Nyoman Artha Wibawa			NRP. 4112 100 027
APPROVED	: Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.			A1

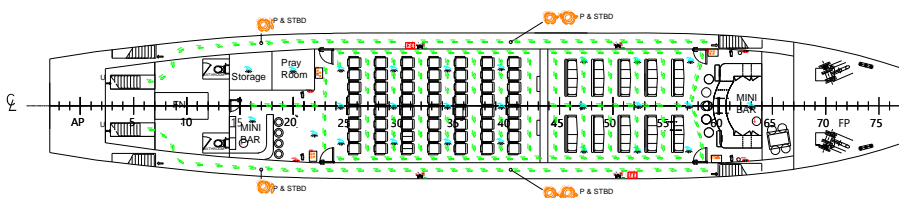
LAMPIRAN D
DESAIN *SAFETY PLAN* MV. HERAYUKTI



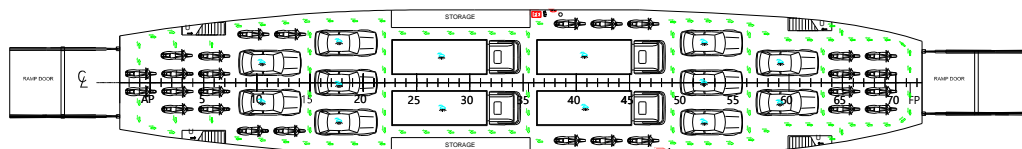
NAVIGATION DECK



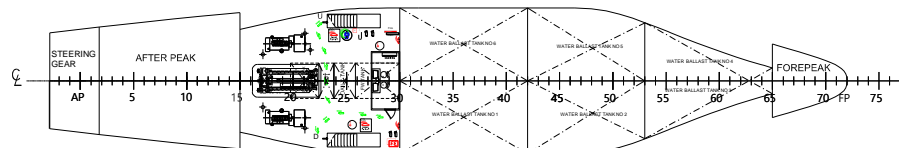
PASSENGER DECK



MAIN DECK



DOUBLE BOTTOM



SAFETY PLAN EQUIPMENTS

SYMBOL	DESCRIPTION	LOCATION
	MASTER STATION	PASSENGER DECK
	LIFEBUOY	PASSENGER DECK
	LIFEBUOY WITH LIGHTING LIGHT	PASSENGER DECK
	LIFEBUOY WITH LIGHT AND SMOKE SIGNAL	NAVIGATION DECK
	LIFEBUOY WITH LINE	PASSENGER DECK
	ROCKET PARACHUTE FLARE	NAVIGATION DECK
	SURVIVAL CRAFT PORTABLE FLARE	NAVIGATION DECK
	LINE THROWING APPLIANCE	NAVIGATION DECK
	EPIRB	NAVIGATION DECK
	CHILDS AND INFANT LIFEJACKET	PASSENGER DECK
	LIFEJACKET LIGHTS	NAVIGATION DECK
	INMARSAT	NAVIGATION DECK
	NAVTEC RECEIVER	NAVIGATION DECK
	WATCH RECEIVER	NAVIGATION DECK
	VHF RADIO - TELEPHONE	NAVIGATION DECK
	LIFEBOAT	NAVIGATION DECK
	RADAR TRANSPONDER	NAVIGATION DECK
	LIFE JACKET STORAGE	NAVIGATION DECK
	LIFERAFT	NAVIGATION DECK

FIRE PLAN EQUIPMENTS

SYMBOL	DESCRIPTION	LOCATION
	CONTROL PANEL FOR FIRE DETECTION AND ALARM SYSTEM	NAVIGATION DECK
	FIRE CONTROL SAFETY PLAN	NAVIGATION DECK
	FIRE ALARM BELL	NAVIGATION DECK
	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (POWDER)	NAVIGATION DECK
	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (FOAM)	ENGINE ROOM
	PORTABLE FIRE EXTINGUISHER (CO2)	ENGINE ROOM
	FIRE HOSE AND NOZZLE	PASSENGER DECK
	FIRE HYDRANT	PASSENGER DECK
	HEAT DETECTOR	ENGINE ROOM
	MANUALLY OPERATED CALL POINT	NAVIGATION DECK
	EMERGENCY SOURCE OF ELECTRICAL POWER (BATTERY)	NAVIGATION DECK
	FIREMAN'S OUTFIT	VEHICLE DECK - PASSENGER DECK
	SPRINKLER	VEHICLE DECK
	FIRE EXTINGUISHING SYSTEM (CO2)	ENGINE ROOM
	EMERGENCY ESCAPE BREATHING DEVICE (EERD)	ENGINE ROOM

TYPE	RO-RO
LENGTH WATER LINE (LWL)	45.76 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (LPP)	44 m
BREADTH (B)	8.2 m
HEIGHT (H)	3 m
DRAUGHT (T)	2.5 m
SPEED (V)	10 knots
DEADWEIGHT (DWT)	235.048 ton
PASSENGER	96 Persons
MOTOR CYCLE	28 Units
TRUCK	4 Units
CAR	10 Units

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIP BUILDING ENGINEERING FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER		
MV. HERAYUKTI		
SAFETY PLAN		
SCALE : 1 : 130	DATE	REMARKS
DRAWN : Nyoman Artha Wibawa		NRP. 4112 100 027
APPROVED : Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.		A1

LAMPIRAN E
DESAIN 3D *MODEL*



LAMPIRAN E BERITA

Program MP3EI Bakal Berlanjut di Pemerintahan Jokowi



(Foto: Antara)

Liputan6.com, Jakarta - Kementerian Perencanaan dan Pembangunan Nasional (PPN) memastikan program Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) bakal berlanjut di pemerintahan Joko Widodo-Jusuf Kalla (Jokowi-JK) walaupun dengan konsep berbeda. MP3EI merupakan salah satu program andalan pemerintah Susilo Bambang Yudhoyono (SBY). Wakil Menteri PPN, Lukita Dinarsyah Tuwo mengungkapkan, kerap dirundung pertanyaan seputar nasib program MP3EI di pemerintahan baru. Namun dia memastikan Jokowi akan melanjutkan program penting tersebut. "Banyak orang bertanya, apakah program MP3EI akan berlanjut atau tidak. Saya percaya MP3EI akan tetap berlanjut di pemerintahan baru, tapi mungkin konsepnya berubah," ucap Lukita saat acara Strategic Environmental Assessment (SEA) MP3EI di Kantornya, Jakarta, Selasa (14/10/2014). Ia menjelaskan, Indonesia perlu agresif membangun proyek-proyek infrastruktur untuk menggenjot pertumbuhan ekonomi sebesar 7 persen seperti ambisi Jokowi-JK. Pembangunan proyek infrastruktur yang tertuang dalam MP3EI dapat dijadikan senjata untuk meraih pertumbuhan ekonomi yang dicita-citakan.

"Untuk bisa mencapai pertumbuhan ekonomi 7 persen seperti yang ditargetkan Jokowi. Kita butuh pembangunan infrastruktur untuk mendukungnya," ucap dia.

Lukita berharap, seluruh pihak dapat merealisasikan program-program MP3EI demi pemerataan pembangunan di seluruh Indonesia. "Kita lakukan berbagai macam strategi untuk menopang pertumbuhan ekonomi kita. Ini saatnya agar ekonomi kita bisa lebih tumbuh lagi," tandasnya. (Fik/Ahm)

BAB VIIPROGRAM MP3EI BERLANJUT DI PEMERINTAHAN JOKOWI-JK

in [Infrastruktur](#), [Special Report Langkah Baru Indonesia](#) October 20, 2014 0 1,247 Views

(Berita Daerah – Nasional) Program pembangunan Nasional melalui Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) yang di usung Presiden Susilo Bambang Yudhoyono (SBY) akan dilanjutkan oleh Presiden terpilih Joko Widodo (Jokowi). Badan Perencanaan dan Pembangunan Nasional (Bappenas) yakin melalui pemerintahan yang akan dipimpin oleh Jokowi-JK program MP3EI yang masih belum berjalan akan berlanjut di pemerintahan baru 2014.

Melalui Presiden dan Wakil Presiden terpilih Jokowi-JK periode 2014-2019 diharapkan dapat memberikan perubahan yang baru melalui perbaikan pelaksanaan di dalam program MP3EI lima tahun kedepan. Salah satu program Jokowi adalah mengedepankan pembangunan di bidang pertanian, kedaulatan pangan dan maritim. Pembangunan yang juga menjadi prioritas Jokowi adalah melakukan pembangunan waduk, bendungan, irigasi, dan transportasi laut. Dalam melaksanakan program pembangunan ini Jokowi membuka kerjasama dengan para investor untuk dapat menanamkan dana di Indonesia.

Jokowi-JK mengatakan akan melakukan perubahan terhadap konsep yang terdapat di Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Indonesia (MP3EI), namun program yang ada didalamnya akan tetap berlanjut. Untuk dapat mencapai pertumbuhan ekonomi sebesar 7 persen seperti apa yang di targetkan didalam program kerja Jokowi. Program-program yang diusung pemerintahan baru ini sangat memerlukan dukungan terutama dari sumber daya manusia yang berkualitas dan memiliki keterampilan serta berdaya saing yang tinggi. Hal ini juga berguna bagi untuk meningkatkan daya saing SDM kita era Masyarakat Ekonomi ASEAN di Tahun 2015.

Selain kualitas sumber daya manusia juga diperlukan peran strategis pemerintah daerah di seluruh Indonesia untuk dapat mengelola daerahnya dengan program MP3EI.

Diharapkan melalui pemerintahan baru ini akan mampu meningkatkan ekonomi Indonesia, dan membangun daerah-daerah terpencil, saatnya ekonomi Indonesia dapat tumbuh pesat.

BIODATA PENULIS



Nyoman Artha Wibawa, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Denpasar pada 25 Nopember 1995 silam, Penulis merupakan anak kedua dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Handayani, kemudian melanjutkan ke SDN 26 Pemecutan, SMPN 7 Denpasar dan SMAN 4 Denpasar. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2013 melalui jalur SNMPTN undangan.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi *staff* Departemen Umum TPKH ITS 2014/2015 serta menjadi kepala Departemen Umum TPKH ITS 2015/2016.

Email: nyomanartha25@gmail.com